



CPE INEN 005-4 (1984) (Spanish): Código ecuatoriano de la construcción. Mampostería de ladrillo

BLANK PAGE





INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

CÓDIGO DE PRÁCTICA ECUATORIANO **CPE INEN 5 Parte 4:1984**

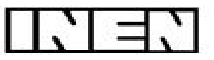
CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN. MAMPOSTERÍA DE LADRILLO.

Primera Edición

ECUADORIAN BUILDING CODE. BRICK MASONRY.

First Edition

DESCRIPTORES: Materiales y métodos de construcción, tecnología de la construcción, código ecuatoriano de la construcción, mampostería de ladrillo.
CO: 01.07-601.4
CDU: 000
CIIU: 000
ICS: 91-200



Código Práctica Ecuatoriano	CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN (C.E.C) MAMPOSTERÍA DE LADRILLO.	CPE INEN 5 Parte 4:1984

PRIMERA SECCIÓN. REQUISITOS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN

1. OBJETO

1.1 Este Código establece las especificaciones y recomendaciones necesarias para la correcta ejecución de los trabajos de mampostería de ladrillo, en general, y de la erección de muros de ladrillo, en particular.

2. ALCANCE

2.1 Este Código comprende la mampostería soportante de ladrillo y la mampostería de ladrillo soportada por estructuras de hormigón armado o de acero.

2.2 Este Código no comprende la mampostería mixta reforzada con elementos de hormigón armado para constituir una estructura de esfuerzos conjuntos, la misma que será objeto de un estudio separado.

2.3 Este Código tampoco comprende la mampostería construida con otros elementos que no sean ladrillos cerámicos y morteros calcáreos (por ejemplo: ladrillos sílico-calcáreos, bloques de hormigón, adobes, morteros de arcilla, etc.).

3. TERMINOLOGÍA

3.1 Generalidades

3.1.1 *Relleno de viga.* Es el relleno del espacio entre el nivel de un cielo raso y el nivel del muro soportante, excluyendo la parte ocupada por vigas, pares, etc.

3.1.2 *Aparejo.* Es la disposición de ladrillos en hiladas sucesivas para mantenerlos unidos y trabados tanto longitudinal como transversalmente; esta disposición es usualmente empleada para asegurar que ninguna junta vertical esté exactamente situada sobre otra en la hilada contigua superior o inferior y que haya la mayor super posición posible de los ladrillos.

3.1.3 *Coronamiento.* Es la cubierta aplicada sobre, o la forma dada a una parte de la estructura, para permitir la evacuación del agua lluvia.

3.1.4 *Ménsula.* Es un elemento voladizo que sobresale del plano de un muro para formar un soporte.

3.1.5 *Cornisa.* Es un elemento decorativo horizontal que sobresale de la cara de un muro.

3.1.6 *Hilada.* Es una capa horizontal de ladrillos incluyendo el mortero de lecho.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Materiales y métodos de construcción, tecnología de la construcción, código ecuatoriano de la construcción, mampostería de ladrillo.

3.1.7 *Hilada a prueba de humedad.* Es una capa de material impermeable asentada o insertada en una estructura para impedir el paso de la humedad

3.1.8 *Eflorescencia.* Es una incrustación pulverulenta de sales dejada por la evaporación. Esta puede ser visible en la superficie o puede estar bajo la misma. En este último caso, se conoce como cripto-florescencia.

3.1.9 *Zapatas.* Son una o varias hiladas salientes formadas en la base de un muro para repartir la carga.

3.1.10 *Ladrillo a tizón.* Es un ladrillo colocado con su mayor dimensión en sentido perpendicular al plano de un muro.

3.1.11 *Endentado.* Es el conjunto de recesos de un muro en los cuales puede ser aparejado un trabajo posterior.

3.1.12 *Jamba.* Es la parte de un muro contigua a una abertura o vano de éste.

3.1.13 *Junta.* Es una unión de ladrillos incluyendo el mortero correspondiente.

3.1.14 *Junta de lecho.* Es una junta horizontal de la mampostería.

3.1.15 *Junta cruzada.* Es una junta diferente de la de lecho, generalmente perpendicular a las caras del muro.

3.1.16 *Rejuntado.* Es la operación de acabado exterior de las juntas conforme va avanzando el trabajo de mampostería (ver 6.5.2).

3.1.17 *Espesor nominal de un muro.* Es el espesor de muro establecido para los cálculos cuantitativos. Es una dimensión ficticia que no coincide siempre con el espesor efectivo, el mismo que incluye los revestimientos o acabados exteriores.

3.1.18 *Parapeto.* Es un muro macizo o perforado para cerrar terrazas horizontales, cubiertas inclinadas, balcones o puentes, y que está expuesto a la intemperie por todas sus caras.

3.1.19 *Perpiaño.* Es un alineamiento vertical de juntas cruzadas, comprobado por medio de la plomada;

3.1.20 *Revocado.* Es la operación de acabado exterior de las juntas subsiguientes a la terminación de la mampostería (ver 6.5.3).

3.1.21 *Perfil.* Es una guía usada para ubicar la mampostería con exactitud.

3.1.22 *Bloque angular.* Es una exterior de la mampostería; el término se usa también para designar el elemento de mampostería empleado para formar la esquina.

3.1.23 *Escalonado.* Es el extremo inconcluso de un muro en cl cual cada hilada superior se retira un tanto sobre la inmediatamente inferior.

3.1.24 *Cara interior.* Es la parte visible de cada lado del vano o abertura de un muro.

3.1.25 *Muro de plantilla.* Es un muro bajo, usualmente perforado para sostener una placa, plataforma o piso de vigueta.

3.1.26 *Chaflán.* Es un ladrillo de forma especial usado como bloque angular oblicuo (ver figura 1.A).

(Continúa)

3.1.27 *Ladrillo a soga.* Es un ladrillo colocado con su longitud en la misma dirección del plano de un muro.

3.2 Materiales

3.2.1 *Retazo.* Es cualquier porción de un ladrillo cortado o roto a través de su longitud, conocida usualmente de acuerdo a su relación con la dimensión total. Así, por ejemplo: retazo de 1/2, retazo de 3/4, etc.

3.2.2 *Pieza de ajuste.* Es la parte de un ladrillo, fabricada o cortada de un ladrillo entero y usada para mantener el aparejo.

3.2.3 *Ajuste achaflanado.* lustrado en la figura 1.B.

3.2.4 *Ajuste de rey*: Es el ajuste ilustrado en la figura 1.C.

3.2.5 *Ajuste de reina.* Es el ajuste ilustrado en la figura 1.D.

3.2.6 *Ladrillos de fachada.* Son los ladrillos que, estando expuestos a la vista, como en el caso de superficies no enlucidas, requieren suficiente resistencia a la penetración de la lluvia y mayor durabilidad que los ladrillos comunes.

3.2.7 *Placa impermeabilizante.* Es una lámina de material impermeable sujeta a una estructura de modo que cubra las juntas impidiendo el paso de agua.

3.2.8 *Plantilla. Es* un molde de lámina metálica usado como guía para determinar una sección y/o forma.

3.2.9 *Plantilla de lecho.* Es un bloque de piedra u hormigón asentado sobre una pared para distribuir la presión de una carga concentrada.

3.3 Herramientas y accesorios

3.3.1 Las herramientas y accesorios que se requieren para mampostería de ladrillo, como: plomadas, reglas, reglas metálicas, palustres, niveles, etc., deben cumplir con las normas correspondientes de referencia que les sean aplicables.

3.3.2 *Andamiaje y estructuras provisionales.*

3.3.2.1 Estos son trabajos de estructuras temporales, comúnmente de bambú, madera o acero tubular, que tienen elementos horizontales, verticales y diagonales asegurados por medio de clavos, cuerdas, abrazaderas o accesorios de sujeción. Se usan para rampas de soporte y plataformas de trabajo que sirven para llevar a cabo la construcción hasta la altura necesaria.

3.3.2.2 El andamiaje puede ser de dos tipos: simple y doble. El andamiaje simple tiene una fila de elementos verticales conectados a las paredes por medio de otros horizontales sostenidos o ensamblados en la estructura.

3.3.2.3 El andamiaje doble consiste en dos filas de elementos verticales asegurados con abrazaderas horizontales y diagonales, formando esencialmente una estructura independiente del edificio. Sin embargo, puede apoyarse o sujetarse en determinados sitios de la estructura del edificio para conseguir una mejor estabilidad.

3.3.3 *Postes de nivel.* Son piezas verticales de madera que abarcan uno o más pisos del edificio en altura, y que tienen marcas permanentes correspondientes a la ubicación de hiladas de ladrillos, elementos estructurales, vanos, umbrales, dinteles y, además, elementos similares de cada piso.

(Continúa)

4. INFORMACIÓN NECESARIA

4.1 Para una planificación, diseño y ejecución eficientes del trabajo, debe contarse con información detallada sobre los siguientes puntos:

a) planos constructivos, indicando la orientación de la estructura;

b) detalles dimensionados de los elementos estructurales, incluyendo secciones, niveles de cimentaciones, niveles de piso terminado, alturas de piso a piso, tamaños de vanos, etc. (en una escala apropiada; por ej.: 1:20);

c) tipo y clase de mampostería, tipos de aparejo y acabados, morteros que deben usarse, etc.; detalles en tamaño natural de elementos arquitectónicos, molduras y otros trabajos especiales;

d) ubicación y otros detalles de aberturas, ranuras, tuberías empotradas, tales como las de agua, desagües, instalaciones eléctricas, etc., ubicación, detalles de chimeneas, hogares y ductos en la mampostería.

4.2 Toda la información indicada en 4.1 debe presentarse a los encargados del trabajo. Deben acompañarse también todos los planos y especificaciones para la ejecución de la obra.

4.3 Debe establecerse un acuerdo para el intercambio de información entre los trabajadores encargados de la mampostería y aquellos cuyo trabajo tiene alguna relación con la misma.

5. MATERIALES

5.1 Ladrillos

5.1.1 A menos que las especificaciones técnicas indiquen otra cosa, los ladrillos cerámicos deben cumplir las condiciones generales y requisitos de las NTE INEN 293 y 297.

5.1.2 En un trabajo determinado mampostería deben emplearse ladrillos de uno solo de los tipos indicados en la NTE INEN 297.

5.2 Morteros

5.2.1 Hasta cuando se elaboren las respectivas NTE INEN, los morteros que se empleen en la mampostería deberán cumplir los requisitos indicados en el Anexo A de este Código.

5.2.2 Los materiales empleados en la preparación de morteros deben cumplir con los requisitos especificados en los numerales 5.2.2.1 a 5.2.2.4.

5.2.2.1 *Cemento.* El cemento empleado en mampostería de ladrillo debe ser cemento Portland ordinario que cumpla los requisitos de la NTE INEN 152, o cementos hidráulicos compuestos que cumpla los requisitos de la NTE INEN 490.

5.2.2.2 *Cal.* La cal empleada en mampostería de ladrillo debe cumplir con los requisitos correspondientes de las NTE INEN 247 y 248.

5.2.2.3 *Árido fino.* La arena empleada en mampostería de ladrillo debe cumplir los requisitos de la NTE INEN 872.

5.2.2.4 *Agua.* El agua empleada en el mortero de mampostería debe ser dulce, limpia, de preferencia potable y libre de cantidades apreciables de materiales nocivos, como ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas.

(Continúa)

5.3 Materiales para hiladas a prueba de humedad

Los materiales empleados en las hiladas a prueba de humedad deben cumplir los requisitos exigidos por las normas correspondientes de referencia, y son principalmente los siguientes:

a) fieltros bituminosos para impermeabilización,

b) bitumen plástico para impermeabilización.

c) hormigón simple y armado**,**

d) mampostería de piedra con mortero de cemento.

5.4 Materiales para protección contra la intemperie

Estos deben cumplir con los requisitos exigidos por las normas correspondientes de referencia, y son principalmente fieltros bituminosos para impermeabilización y láminas de plomo, cobre o zinc.

5.5 Refuerzo metálico

El refuerzo metálico para usarse en mampostería de ladrillo debe cumplir con los requisitos exigidos por las NTE INEN 103 y 136.

6. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

6.1 Selección de ladrillos

6.1.1 Para el uso de mampostería de ladrillo en diversas situaciones de trabajo, los ladrillos deben seleccionarse de acuerdo a la Tabla 1.

6.1.2 Cuando los requisitos para la resistencia de la mampostería predominen en cualquier situación de trabajo, los ladrillos deben tener la resistencia indicada, de acuerdo a la NTE INEN 297, así como también a las especificaciones de la segunda sección de este Código: Requisitos de diseño estructural.

6.2 Selección de morteros

6.2.1 Los morteros que se emplean en mampostería de ladrillo deben cumplir con los requisitos del Anexo A de este Código.

6.2.2 La selección de morteros debe hacerse de acuerdo a la resistencia requerida por la mampostería y de conformidad con la segunda sección del Código.

6.3 Tipos de aparejos y sus posibilidades

6.3.1 El principal objeto del aparejo es dar resistencia a la mampostería, pero puede servir también para mejorar el diseño artístico de ésta, cuando se encuentre expuesta a la vista.

6.3.2 Los tipos más comunes de aparejo, sus características y usos se describen en la Tabla 2.

6.3.3 En la mampostería, las juntas cruzadas no deben estar más cercanas que un cuarto de la longitud del ladrillo de las que están ubicadas en las hiladas inmediatas, superior o inferior.

(Continúa)

TABLA 1. selección de ladrillos para construcción (numeral 6.1.1)

No.	SITUACIÓN DE USO	TIPO DE LADRILLO APROPIADO	CONSIDERACIONES ESPECIALES	OBSERVACIONES
1	Acabado de fachada	Tipos A y B (Ver NTE INEN 297)	Los ladrillos deben estar libres de defectos mayores, como desconchados de aristas y esquinas. Si es necesario, deben especificarse color y textura.	
2	a) muro sujeto a cargas muy pesadas b) con alta resistencia a la penetración de agua.	Tipo A (Ver NTE INEN 297)		
3	a) Plintos o fundaciones provisionales en contacto con el suelo, siempre que este se encuentre bien drenado y libre de agua. b) Hiladas inferiores de mampostería hasta 50 cm de altura sobre el nivel natural del suelo, en caso de suelo muy húmedo.	Tipos A y B (Ver NTE INEN 297)	Los ladrillos deben estar libres de eflorescencia. Tampoco deben contener sales que puedan afectar al mortero. Deben tener la mayor densidad y la mínima absorción de agua.	
4	a) Muros exteriores no enlucidos ni revestidos en la cara exterior; b) muros exteriores acabados en ambos lados con un enlucidos hidrófugo.	Tipos A y D (Ver NTE INEN 297) Tipos A, B, C, D (Ver NTE INEN 297)	Los ladrillos deben ser de preferencia de color uniforme.	Las juntas expuestas deben revocarse con un mortero denso hidrófugo. Para muros expuestos a clima demasiado lluvioso deben utilizarse solamente ladrillos tipo A y B.
5	Muros interiores	Tipos B, C, D, E (Ver NTE INEN 297)		- Debe cuidarse que el tipo de ladrillo escogido satisfaga los requisitos de resistencia de los muros (ver NTE INEN 297). - Para muros en contacto frecuente con el agua, como en cuartos de baño, deben usarse solamente ladrillos tipos B, D, y E.
6	Muros aislados y parapetos.	Tipos A y B (Ver NTE INEN 297)		Debe usarse un mortero denso hidrófugo para la mampostería. Los parapetos deben acabarse en ambos lados con un enlucido hidrófugo.

(Continúa)

TABLA 2. Tipos comunes de aparejos de mampostería y situaciones de uso (numeral 6.3.2)

No.	TIPO DE APAREJO	CARACTERÍSTICAS	SITUACIÓN DE USO	OBSERVACIONES
1	Aparejo inglés	Los ladrillos de la cara exterior se colocan en hiladas alternas a tizón y a soga (ver Fig. 2). La hilada a tizón se inicia con un bloque angular a tizón seguido por un ajuste de reina y continuado a tizón. La hilada a soga se forma se ladrillos que tienen una superposición mínima de un cuarto de su longitud sobre el ladrillo a tizón.	El aparejo contribuye sustancialmente a la resistencia de la mampostería, y puede ser particularmente apropiado para muros que soportan cargas muy pesadas.	Aparejos menos eficientes pueden también usarse con éxito para obtener resistencia, siempre que el mortero sea fuerte.
2	Aparejo flamenco doble	Las hiladas en las caras exterior e interior están formadas por ladrillos a soga y a tizón alternos. Con el objeto de obtener una superposición de un cuarto de la longitud del ladrillo, se introduce un ajuste de reina junto al bloque angular en hiladas alternas comenzando las hiladas contiguas con un ladrillo a soga, y cada ladrillo a tizón colocado en un sitio central respecto a los ladrillos a soga de las hiladas intermedias superior e inferior.	La apariencia en la cara exterior puede considerarse más uniforme que en el aparejo inglés. Requiere de menor número de ladrillos de fachada y por esta razón puede ser económico cuando hay necesidad de usar ladrillos de fachada y expuestos a la vista.	Aunque se considera inferior en resistencia al aparejo inglés, este aparejo puede ser apropiado para paredes de un solo ladrillo en la construcción normal de casas, usando mortero de cemento,
3	Aparejo flamenco simple	Este facilita el acabado exterior del muro en aparejo flamenco y el interior en aparejo inglés. Lo que implica el uso de medio ladrillo a tizón (ver Fig. 4)	Este intenta combinar parcialmente la mejor apariencia del aparejo flamenco con la mejor resistencia del aparejo inglés. Sin embargo, es dudoso un aumento de resistencia sobre el aparejo flamenco doble.	
4	Aparejo de muro de jardín.	Aparejo de muro de jardín inglés (ver Fig. 5). Consta de una hilada a tizón con el necesario ajuste de reina vecino al bloque angular para tres o cinco hiladas a soga, corriendo en series con superposición de medio ladrillo entre dos ladrillos a soga. Aparejo de muro de jardín flamenco (ver Fig. 6). Consta de hiladas alternadas compuestas de un ladrillo a tizón para tres o cinco ladrillos a soga en series a lo largo de toda la hilada.	Las paredes de espesor de un ladrillo son más fáciles de construir con estos aparejos que con aparejos ingleses o flamencos puros, ahorrándose considerablemente ladrillos de fachada en el caso de obra ex puesta.	
5	Aparejo americano (también conocido como aparejo común)	Consta (ver Fig. 7) de una hilada a tizón por varias hiladas a soga.	Para uso general	Adoptado comúnmente en Estados Unidos de América. El número de hiladas a soga puede variar de cinco a siete.
6	Aparejo a soga	En este aparejo (ver Fig. 8), todas las hiladas son a soga y la supervisión es usualmente de medio ladrillo. Se obtiene comenzando cada fila alterna con medio ladrillo. Con una ligera modificación en el bloque angular, la superposición puede variar a ¾ ó ¼ de ladrillo y el aparejo se conoce entonces como *aparejo diagonal a soga.*	Usado en espesores de medio ladrillo de paredes huecas	
7	Aparejo a tizón	La apariencia frontal de este aparejo (ver Fig. 9) tiene todas las hiladas a tizón y la superposición, la cual es la mitad del ancho del ladrillo; se obtiene introduciendo un retazo de tres cuartos en cada hilada alterna de bloques angulares.	Usado en paredes curvas en planta, para el mejor alineamiento y, de preferencia, en zapatas de fundación, para mejor distribución transversal.	

(Continúa)

6.4 Espesor de la junta

6.4.1 El espesor de las juntas de lecho debe ser tal, que cuatro hiladas y tres juntas tomadas consecutivamente midan los valores que se indican a continuación:

a) en el caso de ladrillos tradicionales, igual a cuatro veces el espesor del ladrillo más 3 cm;

b) en el caso de ladrillos modulares, según la NTE INEN 317, igual a 39 cm.

6.5 Acabado de juntas

6.5.1 Las juntas exteriores de la mampostería pueden acabarse por *rejuntado y revocado.*

6.5.2 En el rejuntado, las juntas exteriores de mortero deben alisarse cuando éste está fresco para obtener una superficie lisa en el plano de los ladrillos, o rasparse en una profundidad de 1 cm, cuando el mortero está fresco para el enlucido subsiguiente. Las caras de los ladrillos deben frotarse con un cepillo de alambre para remover las salpicaduras de mortero producidas durante el trabajo.

6.5.3 En el revocado, las juntas deben rasparse regularmente a una profundidad de 1,5 cm, cuando el mortero está fresco, y las juntas raspadas deben cepillarse bien para eliminar el polvo y las partículas sueltas, debiendo luego humedecerse bien. Más tarde, deben rellenarse con mortero para obtener el acabado requerido. Algunos de estos acabados son *liso, hidrófugo, saliente, de media caña,* etc. (ver Fig. 10).

6.6 Características funcionales y estructurales de la mampostería

6.6.1 *Estabilidad V resistencia estructurales*

6.6.1.1 Las construcciones de mampostería estarán sujetas a las disposiciones del Código Ecuatoriano de la Construcción, Parte 1. Requisitos generales de diseño, en cuanto éstas sean aplicables.

6.6.1.2 Las construcciones de mampostería están también sujetas a las disposiciones de la segunda sección del presente Código de Mampostería. Requisitos de diseño estructural.

6.6.2 *Resistencia a la penetración de humedad.*

6.6.2.1 El agua lluvia penetra en la mampostería maciza, sea a través de grietas o a través del cuerpo de los ladrillos y el mortero. Las paredes no protegidas permiten pasar más agua que las impermeabilizadas y, por esta razón, no se puede confiar en ellas para la protección contra la lluvia, excepto bajo cubierta o en climas moderados.

6.6.2.2 La resistencia a la penetración de la lluvia debe aumentarse por medio de una protección que impida la entrada de agua a través de las juntas de la mampostería, excepto en cantidades pequeñas que, las atraviesan por acción capilar. Las paredes protegidas son, por lo tanto, apropiadas para condiciones severas, siempre que se cumplan otros requisitos, como: suficiente espesor, materiales satisfactorios y buena ejecución del trabajo.

6.6.2.3 Un muro hueco es una barrera perfecta para la protección contra la lluvia. Aún cuando el ala exterior del muro llegue a humedecerse, la interior permanecerá absolutamente seca.

6.6.2.4 La Tabla 3 indica la conveniencia de uso de diversos tipos de muro, bajo diferentes condiciones de exposición a la intemperie.

(Continúa)

TABLA 3. Conveniencia de uso de muros para diversas exposiciones a la intemperie.

R = Uso recomendado	N = Uso incoveniente			
No. (1)	**TIPO DE CONSTRUCCIÓN (2)**	**EXPOSICIÓN A LA INTERPERIE**		
		Cubierta (3)	**Moderada (4)**	**Severa (5)**
1	Muro no protegido de ½ ladrillo.	N	N	N
2	Muro macizo no protegido de 1 ladrillo	R	N	N
3	Muro macizo no protegido de ½ ladrillo	R	R	N
4	Muro macizo protegido	R	R	N
5	Muro hueco	R	R	R

6.6.3 *Esfuerzos térmicos.* Los coeficientes de expansión lineal de ladrillos varían de 5×10^{-6} a 11×10^{-6} por grado Celsius. Estas variaciones de temperatura tienden a producir cambios lineales en los muros, los cuales cuando son restringidos, pueden producir un esfuerzo interno que resulte en la formación de grietas, especialmente cuando los muros exceden de 30 m de longitud. Los efectos de estos esfuerzos deben tomarse en cuenta para un diseño apropiado.

6.6.4 *Control de grietas por retracción*

6.6.4.1 Cuando se usan ladrillos que tienen una retracción por secado no mayor de 0,02%, aparecen finas grietas capilares en las juntas. Estas pueden descuidarse. Con ladrillos de valores de retracción mayores, pueden aparecer grietas más grandes en la obra. Para confinar las grietas a las juntas y reducir su tamaño e importancia, es conveniente usar un mortero de menor resistencia que la de los ladrillos.

6.6.4.2 Las grietas debidas a retracción aparecen normalmente en las aberturas u otros puntos donde cambia la sección vertical u horizontal de un muro. Una pared larga con pocas aberturas tiende a mostrar grietas más grandes que otra con muchas aberturas. Se puede embeber refuerzo metálico en la mampostería, en los puntos donde se presume que se van a presentar grietas.

6.6.5 *Aislamiento térmico*

6.6.5.1 Para los requisitos funcionales exigidos por las construcciones corrientes no industriales, se considera aceptable el aislamiento térmico obtenido por un muro de ladrillo macizo o hueco de 20 cm de espesor, enlucido por ambos lados. Para muros de espesores menores, deberán tomarse las precauciones aconsejadas por las las correspondientes normas de referencia.

6.6.5.2 La transmitancia térmica de un muro de ladrillo de 20 cm de espesor, enlucido por ambos lados es 19,5 kcal/m^2.h. grado C = 81,51 J/m^2.h. grado C.

6.6.6 *Resistencia al fuego.* En caso de construirse muros de ladrillo de espesores menores de 20 cm, deberán tomarse las precauciones aconsejadas por las correspondientes normas de referencia para la protección contra incendios.

6.6.7 *Aislamiento acústico.* En caso de construirse muros de ladrillo de espesores menores de 20 cm, deberán tomarse las precauciones aconsejadas por las correspondientes normas de referencia para la protección contra el ruido.

6.6.8 *Durabilidad.* El deterioro de la mampostería de ladrillo se deriva de las siguientes causas:

a) desintegración debida a sales solubles presentes en la mampostería o cuando la mampostería está en contacto con aguas subterráneas que contengan sales solubles;

(Continúa)

b) desintegración debida a impurezas presentes en los ladrillos, las cuales, bajo ciertas condiciones, son capaces de romper la mampostería;

c) desintegración debida a congelación, cuando una obra de mampostería está saturada de agua y sometida a bajas temperaturas.

6.7 Fundaciones y zapatas

No deben construirse fundaciones ni zapatas permanentes de mampostería de ladrillo. En caso de que no puedan construirse de hormigón ciclópeo, hormigón simple, u hormigón armado, se ejecutarán en mampostería de piedra con mortero de cemento.

6.8 Hiladas a prueba de humedad

6.8.1 La función de una hilada a prueba de humedad es impedir el paso del agua de una fuente exterior a una estructura de ladrillo o de una parte a otra de dicha estructura. Las hiladas a prueba de humedad pueden constar de material flexible, como fieltros bituminosos, o también de material rígido, como cadenas de hormigón armado, capas de hormigón simple o mampostería de piedra.

6.8.1.1 Aparte de los requisitos exigidos por las normas estructurales correspondientes, las cadenas de hormigón armado deberán tener una altura mínima de 10 cm.

6.8.1.2 La impermeabilización con una capa de hormigón simple debe cumplir con los siguientes requisitos:

a) tamaño de árido grueso: 10 mm de tamaño nominal máximo (ver NTE INEN 872),

b) dosificación de hormigón 1:2:4;

c) espesor mínimo de la capa de hormigón: 5 cm.

6.8.1.3 La capa de mampostería dc piedra empleada para impermeabilización debe tener un espesor mínimo de 5 cm.

6.8.1.4 La hilada a prueba de humedad debe cubrir todo el espesor del muro y prolongarse en toda su longitud, incluyéndose en ella los vanos de las puertas.

6.8.2 La hilada a prueba de humedad puede ser horizontal o vertical y es necesaria en cada una de las ubicaciones indicadas a continuación:

a) bajo el nivel más bajo del piso, para impedir la entrada de agua del suelo;

b) sobre el nivel del suelo, para impedir el contacto del agua con los muros, y,

c) en aberturas, parapetos, etc., para impedir la entrada de agua lluvia a la estructura.

6.8.3 Cuando el piso inferior de una estructura esté bajo el nivel natural del terreno, se requiere una hilada horizontal a prueba de humedad a todo el largo del muro. Esta debe conectarse en los muros exteriores mediante una hilada vertical a prueba de humedad sobre el nivel del terreno. En esta forma se sella la cimentación contra la entrada de agua.

6.8.4 Todos los muros de un edificio deben estar provistos de una hilada a prueba de humedad que sobresalga por lo menos 15 cm sobre el nivel natural del terreno o sobre el nivel de protecci6n del cimiento y, de preferencia, bajo el lado inferior del piso bajo. La hilada a prueba de humedad debe recorrer sin interrupción a través de la longitud total del muro, aun bajo las aberturas de puertas, ventanas, etc.

(Continúa)

6.8.5 Deben proveerse hiladas a prueba de humedad en las jambas y en la parte superior de las aberturas, cuando tales aberturas se ubican en muros huecos. La hilada a prueba de humedad en las jambas debe ser vertical y situarse en la unión de las partes exterior e interior del muro hueco para impedir el ingreso de humedad desde el exterior (ver Fig. 11). Debe proveerse una hilada a prueba de humedad (ver Fig. 12) en la parte superior, para proteger el dintel del agua que fluye hacia abajo a través de la calidad superior y para escurrirla hacia afuera mediante agujeros de drenaje.

6.8.6 En los parapetos, en los cuales el coronamiento es de un material impermeable como piedra u hormigón, no es necesario colocar hiladas a prueba de humedad. Cuando el coronamiento es de naturaleza permeable, es necesario interponer una hilada flexible a prueba de humedad, alrededor de 15 a 20 cm sobre el nivel del techo terminado, y prolongarla bajo la cara interior del muro hasta la parte inferior de la hilada de desagüe (ver Fig. 13).

6.9 Muros huecos

6.9.1 Las alas exterior e interior de un muro hueco pueden ser del mismo material o de diferentes materiales, tales como mampostería de ladrillo y hormigón, etc. El ala más gruesa debe disponerse hacia el interior y la cavidad o espacio entre las dos alas macizas debe tener un ancho de 4 a 8 cm.

6.9.2 La función de los anclajes de pared consiste en trabar conjuntamente las alas exterior e interior de un muro hueco. Estos deben espaciarse a un máximo de cuatro veces el largo de un ladrillo, en sentido horizontal, y no más de cinco veces la altura de un ladrillo en sentido vertical, en forma alternada. Deben usarse anclajes adicionales junto a los vanos.

6.9.3 Los anclajes pueden ser de acero dulce, en platinas o varillas de sección circular convenientemente retorcidos en su punto medio o inclinados hacia el ala exterior, para impedir que el agua baje por ellos al ala interior. Los anclajes deben protegerse de la corrosión con una capa bituminosa o de pintura antes de su inserción.

6.10 Apoyo de pisos y techos

6.10.1 *Pisos y cubiertas de madera.* No es conveniente introducir ninguna estructura de madera en la mampostería de ladrillo, ya que aquella puede ser afectada por la putrefacción seca. Las láminas de madera para muros deben protegerse con un preservante, cuando tengan que empotrarse en ellos. Los extremos de alfajías de madera deben descansar de preferencia sobre ménsulas, pero, cuando se introducen en el muro, deben ser tratados con preservantes y, además, debe dejarse alrededor de ellos un espacio libre para circulación de aire. Los extremos de vigas que soporten cargas pesadas deben apoyarse sobre elementos de hormigón o de piedra, para distribuir la carga sobre una mayor superficie del muro de ladrillo.

6.10.2 *Vigas de acero.* Los extremos de vigas de acero embebidos en la mampostería deben empotrarse dejando espacio libre alrededor para poder pintarse, o protegerse con una gruesa capa bituminosa, o también empotrarse en bloques de hormigón 1:2:4. Estos extremos también deben apoyarse sobre elementos de hormigón simple o armado o de piedra.

6.10.3 *Pisos y techos de hormigón armado*

6.10.3.1 Las losas de cubierta y piso de hormigón armado que descansan sobre muros deben tener un ancho de apoyo no menor que el espesor efectivo de dichas losas con un mínimo de 10 cm.

6.10.3.2 Cuando la cara inferior de la losa no coincida con el nivel de la hilada de ladrillos, este nivel no debe ser elevado colocando pedazos de ladrillo, sino aumentando el espesor de la losa en dicho apoyo, hasta llenar completamente el espacio intermedio.

(Continúa)

6.10.3.3 Los extremos de vigas de hormigón armado deben colocarse generalmente sobre apoyos de hormigón simple, armado o de piedra.

6.10.3.4 Los bordes de losas de hormigón armado pueden apoyarse en una capa de mortero de cemento (1:4), de 12 a 20 mm de espesor. La cara superior de esta capa debe ser pulida, para reducir al mínimo la fricción debida al movimiento de la losa de hormigón sobre el apoyo.

6.11 Vanos redondos en muros de ladrillo

6.11.1 Los vanos deben ser de un tamaño y de un espaciamiento de pared tales, que reduzcan al mínimo el corte de los ladrillos. El ancho de los vanos debe, en lo posible, ser un múltiplo del ancho de un ladrillo.

6.11.2 En muros exteriores, es conveniente hacer ranuras en alféizares, jambas y dinteles de los vanos, para formar una barrera al paso del agua lluvia. El alféizar debe ser ligeramente inclinado hacia afuera para permitir que se escurra el agua lluvia.

6.12 Parapetos y coronamientos

6.12.1 El espesor de los parapetos debe ser tal, que su base cubra la unión de la losa de cubierta y el muro, esta unión debe protegerse eficientemente contra cualquier posible filtración de agua lluvia.

6.12.2 Los coronamientos pueden ser de piedra, hormigón, ladrillo o elementos de cerámica, con una ranura en la cara inferior de la proyección saliente. La parte superior del coronamiento debe ser ligeramente inclinada para permitir que se escurra el agua lluvia (ver 6.8.6 y Fig. 13).

6.13 Detalles arquitectónicos

6.13.1 Todos los elementos arquitectónicos salientes, como proyecciones de plintos, molduras o cornisas, deben estar efectivamente trabados por sujeción dentro de lo muros de ladrillo para asegurar su estabilidad. Tales elementos arquitectónicos deben colocarse con toda rectitud y precisión y con las juntas de acabado lo más separadas posible.

6.13.2 Cuando estos elementos no vayan a enlucirse, deberán ser construidos con ladrillo de alta durabilidad, resistencia a la abrasión y a la penetración de humedad. En lo posible, deben usarse ladrillos fabricados espacialmente para este objeto; de otro modo, deben usarse ladrillos selectos restregados y alisados hasta obtener la forma apropiada.

6.1.3.3 Los parasoles y otros elementos salientes, que dependan del peso de la mampostería colocada sobre ellos para su estabilidad, deben mantenerse apuntalados hasta cuando esta mampostería se termine de construir y se endurezca lo suficiente.

7. ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES

7.1 Los ladrillos no deben ser arrojados descuidadamente en el sitio de la obra. Deben ser colocados en hiladas regulares, conforme se van descargando, para reducir al mínimo roturas y desconchados. El suministro de ladrillos debe organizarse para que se disponga en la obra del material que se usa en dos días de trabajo.

7.2 Cemento

El cemento debe almacenarse sobre el nivel del terreno en cobertizos perfectamente secos y protegidos contra la humedad. No se deben superponer más de ocho sacos cemento en altura. Los sacos deben almacenarse de modo que se empleen en la obra en el mismo orden en que se van recibiendo.

(Continúa)

7.3 Cal

7.3.1 La cal viva debe apagarse, en lo posible, tan pronto como se recibe. El almacenamiento de cal viva grasa o semi hidraulica no es conveniente, por cuanto esta cal se deteriora por absorción de humedad de la atmósfera y, además, puede causa incendios.

7.3.2 La cal hidráulica hidratada debe almacenarse del mismo modo que el cemento, ya que fragua rápidamente en ambiente húmedo.

7.4 Morteros

7.4.1 El problema del almacenamiento de mortero no se presenta en el caso de morteros de cemento, de cemento-cal o de cal hidráulica, por cuanto éstos deben usarse inmediatamente después de su preparación. Los morteros de cal, a base de cales semi-hidráulicas que necesitan usarse uno o dos días después de molidas, deben protegerse para evitar su desecación, colocándolos bajo cubierta y mediante una eventual aspersión de agua.

7.4.2 Los morteros deben mezclarse en forma homogénea y transportarse desde la plataforma de mezclado al sitio de la obra, de tal manera que se evite la formación de lechada de cemento o la segregación de los materiales.

8. PREPARACIÓN DEL TERRENO

8.1 Generalmente, el sitio debe estar limpio de raíces vegetales, tocones de árboles, etc., antes de trazar los ejes del edificio. En caso de un terreno inclinado, deberá tenerse cuidado de asegurar que las dimensiones del plano se señalen correctamente en uno o más planos horizontales.

8.2 Las líneas de la construcción deben trazarse utilizando cintas de acero. En caso de estructuras importantes o de longitudes mayores de 15 m, el trazado de los ángulos debe hacerse con un teodolito. En otros casos, las líneas pueden trazarse mediante la medida de los lados. En trazados cuadrados o rectangulares, deben verificarse las dimensiones de las diagonales para asegurar su exactitud.

8.3 El trazado de los muros debe facilitarse mediante filas permanentes de estacas paralelas a los mismos, a una distancia adecuada en el exterior del edificio. Las estacas deben ubicarse en los cruces de los ejes de los muros transversales con estas filas, prolongándose dichos ejes hasta los grupos de estacas y señalándose en éstas. Las líneas de referencia paralelas a los muros exteriores deben también marcarse permanentemente sobre las filas de estacas para servir en la comprobación del trabajo ejecutado. La parte superior de las estacas debe estar al mismo nivel del piso bajo o del plinto correspondiente. Las estacas deben tener por lo menos 4 cm en cuadro y deben clavarse profundamente en el terreno para que no sean removidas con facilidad.

8.4 Cotas de sitio.

Antes de comenzar el proceso de construcción, deben colocarse cotas de sitio en los puntos convenientes. Las cotas deben marcarse para facilitar la ejecución exacta en altura, partiendo de una cota fija.

8.5 El uso cuidadoso de postes de nivel puede asegurar exactitud en las medidas para revisar el trabajo durante la ejecución.

(Continúa)

9. ANDAMIAJE

9.1 El andamiaje simple no debe usarse en obras importantes, por cuando el relleno de los agujeros realizados en los muros puede dar una apariencia desagradable. Otra desventaja del andamiaje simple es que los obreros lo colocan en las ventanas y otros vanos de los muros, deteriorando los marcos y cerraduras.

9.1.1 Cuando se adopta el andamiaje simple, la colocación de los postes que deben apoyarse sobre los muros de ladrillo en construcción debe ser tan bien ajustada que afecte solamente uno de los ladrillos a tizón en el punto de soporte de varias hiladas.

9.2 El andamiaje debe diseñarse para resistir todas las cargas muertas, vivas y de impacto que puedan aplicársele. También debe diseñarse para obtener la máxima seguridad de los obreros que lo usen y cumplir en todo aspecto los requisitos de las regulaciones vigentes sobre seguridad de la construcción, higiene y comodidad, y, además, los de las ordenanzas municipales locales.

10. PREPARACIÓN DE LOS LADRILLOS

10.1 Los ladrillos deben remojarse en agua antes de su uso, por un período de tiempo que permita la penetración de ésta en todo su interior (ver nota 1). El remojo de los ladrillos sirve para remover materias extrañas, arena y polvo de cada ladrillo (ver nota 2). Además, impide la succión del agua del mortero húmedo, por cuanto, de otro modo, este mortero se puede secar demasiado pronto y desmenuzarse antes de adquirir resistencia. Los ladrillos no deben humedecerse demasiado, por cuanto pueden resbalar sobre el mortero, siendo difícil asegurar la verticalidad del muro. Aún más, la adherencia apropiada de los ladrillos al mortero no será posible con ladrillos muy húmedos.

10.2 Cuando los ladrillos se remojan, deben retirarse del tanque de agua un tiempo antes de su uso, para que al momento de usarse hayan comenzado a secarse sus caras exteriores. Los ladrillos húmedos deben ubicarse en un sitio limpio, donde no estén expuestos al polvo, suciedad, materias extrañas, etc.

NOTA 1. El período de remojo puede encontrarse fácilmente en la obra por medio de un ensayo de campo, en el cual los ladrillos son remojados en agua por diferentes períodos de tiempo y luego rotos para descubrir la profundidad de la penetración del agua. El período mínimo que permita la humedad total de un ladrillo debe aplicarse en el trabajo de la construcción.

NOTA 2. Si los ladrillos se humedecen por el tiempo requerido en agua corriente o frecuentemente cambiada, las sales solubles del ladrillo pueden ser disueltas y arrastradas por el agua, reduciéndose de este modo la eflorescencia.

(Continúa)

11. COLOCACIÓN DE LOS LADRILLOS

11.1 Generalidades

11.1.1 Los ladrillos deben colocarse sobre una capa continua de mortero. Cuando se colocan los ladrillos deben comprimirse ligeramente para que el mortero pueda penetrar en todos los poros de la superficie del ladrillo para asegurar la adherencia apropiada. Las juntas cruzadas y las juntas del muro deben llenarse y cubrirse con mortero de modo que no quede ningún espacio hueco. Las juntas correctamente rellenas aseguran la máxima resistencia e impiden la penetración de humedad.

En el caso de muros gruesos (de espesor de dos ladrillos o mayor), las juntas deben cubrirse con masilla fluida de cemento en cada hilada para facilitar la colocación y distribución del mortero. Las hiladas de la parte superior de un plinto y de los alféizares de las ventanas, así como de la parte superior de los muros, bajo las losas de piso o de cubierta, deben elaborarse con ladrillos colocados de canto (solamente en el caso de ladrillos tradicionales); y en las esquinas y bordes deben colocarse los ladrillos en forma radial por medio de partes cortadas. La forma y disposición típicas de estos ladrillos se indican en la Fig. 1.5.

11.1.2 Los ladrillos con una cuña de 2 cm deben colocarse con la cuña hacia abajo. Los ladrillos con una cuña de 1 cm pueden colocarse con la cuña hacia arriba o hacia abajo.

11.1.3 Las hiladas deben alinearse con cuidado y los perpiaños deben controlarse mediante el uso de la plomada.

11.1.4 La mampostería de ladrillo debe construirse en hiladas uniformes; las esquinas y los elementos salientes deber estar bien trabados y escalonados. Durante su ejecución, ninguna parte de un muro debe levantarse a una altura mayor de 1 m sobre el nivel general, para evitar asentamientos desiguales y juntas inadecuadas.

11.1.5 Las juntas que dan hacia el exterior deben acabarse siempre, con rejuntado o con revocado, tal como se indica en 6.5.

11.1.6 Cuando se contempla una extensión futura del muro, debe hacerse un endentado; pero éste no debe usarse como alternativa del escalonado.

11.2 Muros

11.2.1 Todos los bloques angulares deben colocarse con exactitud y la altura de las hiladas debe controlarse con postes de nivel, conforme avanza el trabajo. En general, los ladrillos angulares deben colocarse tizón y a soga, en forma alternada, estableciendo el aparejo por colocación de un oque angular próximo a un ajuste de reina.

11.2.2 Cuando un bloque angular cubre un ángulo agudo u obtuso, deben aplicarse las mismas disposiciones usadas para el ángulo recto. En los muros en ángulo obtuso, deben cortarse los ladrillos de tal modo que los tres cuartos de la longitud aparezcan en una cara y el cuarto restante en la otra.

11.3 Pilastras

Estas deben construirse con todo cuidado para evitar roturas y grietas en el aparejo.

11.4 Vanos

11.4.1 El espesor de las jambas o el ancho de sus caras debe, en lo posible, sujetarse a las dimensiones de los ladrillos, para evitar el corte de éstos y el debilitamiento de la estructura.

(Continúa)

11.4.2 La disposición del aparejo en los ángulos de las jambas de los vanos debe ser simétrica.

11.5 Divisiones

Cuando se trate de construir divisiones de medio ladrillos entre muros principales, debe dejarse en éstas últimas el endentado correspondiente.

11.6 Arcos

Los arcos deben voltearse con ladrillos macizos comunes sobre cerchas de madera, generalmente en anillos de medio ladrillo de espesor. Para dejar un arco a la vista, los ladrillos deben tener formas especiales o ser alisados y cortados para obtener juntas radiales uniformes.

11.6.1 Para una apariencia agradable, pueden usarse también arcos rebajados o rectos, pero éstos no deben soportar la carga del muro superior, por lo que deben usarse siempre en unión de otro arco superior de descarga o de un dintel resistente colocado por detrás.

11.6.2 En la construcción de un arco recto, aunque el extradós esté nivelado perfectamente, el intradós debe tener una ligera combadura para contrarrestar cualquier posible asentamiento o deformación que sobresalga de la horizontal hacia abajo, siendo esta combadura de 1 mm de altura en el centro por cada 100 mm de luz del arco.

11.6.3 No se deben construir arcos de mampostería que cubran luces mayores de 3m.

11.7 Sujeción de marcos

11.7.1 Cuando los marcos de puertas y ventanas se fijan en los vanos, la sujeción debe hacerse generalmente con alcayatas de tamaño y resistencia adecuados, bien empotradas en la mampostería o en cavidades rellenas después con hormigón. Las alcayatas deben sujetarse en la mampostería o en el hormigón, mediante una longitud apropiada y curvadas hacia arriba en su extremo, en una junta cruzada, evitando de este modo el corte de los ladrillos. Las alcayatas deben protegerse de la corrosión por medio de una capa bituminosa. Los elementos de madera en contacto con la mampostería también deben protegerse por medio de un preservante, para impedir, el especial el ataque de los insectos.

11.7.2 La sujeción de puertas y ventanas de acero debe hacerse de acuerdo a las normas de referencia correspondientes.

11.7.3 La sujeción de puertas y ventanas de madera debe hacerse de acuerdo a las normas de referencia correspondientes.

11.7.4 Los marcos deben fijarse de preferencia conforme avanza la obra, para, de este modo, conseguir un aparejo correcto sin vacíos entre ellos y la mampostería.

11.8 Mampostería armada

11.8.1 *El* refuerzo en muros divisorios de medio ladrillos debe hacerse en forma de platinas, zunchos, malla desplegada o varillas de acero. Uno de estos elementos se coloca generalmente en la cuarta hilada de cada grupo de cinco hiladas de ladrillo. Estos elementos metálicos deben anclarse a los muros principales o a la estructura de hormigón armado.

11.8.2 En el caso de varillas de sección circular usadas como refuerzo, el diámetro no debe exceder de 8 mm. Las platinas y refuerzos similares no deben tener más de 8 mm de espesor.

11.8.3 El espesor del ladrillo para mampostería armada no debe ser menor de 10 cm.

11.8.4 La resistencia a la rotura por compresión de los ladrillos que se usen en mampostería armada no debe ser menor a 14 MPa (140 kg/cm^2).

(Continúa)

11.8.5 El mortero que se use en mampostería armada debe ser en general rico y denso, con una proporción de cemento-arena 1:4. No deben usarse morteros de cal.

11.8.6 El refuerzo de acero debe estar embebido completamente en el mortero. Los traslapos del refuerzo no deben ser menores a 30 cm.

11.8.6.1 El recubrimiento de mortero en dirección de las juntas no debe ser menor a 15 mm.

11.8.6.2 El mortero intermedio entre las varillas de refuerzo y los ladrillos no debe tener un espesor menor a 5 mm.

11.8.7 En el caso en que los elementos de refuerzo se crucen en una junta, el diámetro de las varillas no debe exceder a 6 mm, a menos que se usen ladrillos de forma especia! para permitir mayores dimensiones.

11.1.9 Protección contra daños

11.9.1 Durante la construcción, debe tomarse precauciones para evitar daños en los bordes de jambas, alféizares, dinteles, etc.

11.9.2 En un clima muy inclemente, la obra recientemente construida debe cubrirse con sacos de arena o tela alquitranada para impedir que el mortero sea arrastrado por el agua lluvia.

11.10 Curado

En un clima caluroso y seco, el mortero tiende a secarse muy rápidamente y disgregarse. Esta desecación debe evitarse manteniendo la mampostería constantemente húmeda, al menos por siete días, excepto en el caso en que se use mortero de arcilla, en el que no puede efectuarse ningún curado.

11.11 Provisión para instalación de servicios.

Para facilitar la toma de líneas de servicios sin cortes o daños en el trabajo terminado, deben abrirse ranuras o instalarse mangas durante la misma construcción. Tales mangas deben bajar hacia afuera en las paredes exteriores, de tal modo que su superficie no forme canales para la entrada de agua al inferior.

11.12 Muros huecos

11.12.1 Como el principal objeto de proveer una cavidad continua en un muro exterior es impedir la penetración de la lluvia a la cara interior, durante la construcción debe cuidarse de que esta cavidad sea continua y libre de obstrucciones. Hasta donde sea posible, debe evitarse la caída de mortero dentro de la cavidad, por medio del uso de listones que puedan ser levantados conforme avanza la obra. Todo el mortero que inevitablemente caiga sobre los anclajes metálicos debe removerse diariamente, y deben dejarse aberturas temporales en el muro hueco para permitir el retiro de partículas de mortero de la parte inferior de la cavidad.

11.12.2 En el caso de construcción de ductos contiguos a muros huecos, deben tomarse todas las precauciones necesarias para el ducto se construya y permanezca separado de la cavidad del muro hueco.

11.12.3 *Aparejo.* En los muros huecos de medio ladrillos de espesor, únicamente debe usarse el aparejo a soga, a menos que se empleen ladrillos especiales. Cuando se usa aparejo a tizón, los ladrillos salientes pueden formar resaltes que impidan el retiro de las partículas de mortero caídas en el interior o también pueden ser tan pequeños que debiliten la estructura.

11.12.4 Las alas exterior e interior del muro hueco deben estar conectadas por medio de anclajes. Los anclajes metálicos deben estar ligeramente inclinados hacia el ala exterior del muro.

(Continúa)

11.12.5 En la base de un muro hueco, los cimientos deben ser macizos y sobresalir hasta 30 cm sobre el nivel del terreno. La cavidad de aire no debe comenzar a menos de 20 cm bajo el nivel de la cara superior del piso bajo, y luego debe continuar hasta la cubierta sin interrupción.

11.12.6 *Ventilación.* Con el objeto de mantener la cavidad seca, deben proveerse entradas de aire sobre el nivel del piso bajo y bajo el nivel de cubierta, a razón de 50 cm^2 de área de ventilación por cada 20 m^2 de área de muro.

11.12.7 En la parte superior de la cavidad deben aplicarse las siguientes precauciones:

a) *Parapetos.* Si la parte superior de un muro hueco termina con un parapeto, la cavidad debe continuarse hasta la altura total del muro o hasta el nivel de acabado inferior de la cubierta.

b) *Aleros.* Si una cubierta sobresale hacia afuera en la parte superior del muro, la cavidad debe cerrarse a este mismo nivel.

c) *Muros medianeros.* En un muro medianero hueco, la parte superior de la cavidad debe cerrarse justamente sobre el nivel más alto del cielo raso y las hiladas superiores deben continuarse en mampostería maciza. Entre el muro hueco y la mampostería maciza debe intercalarse un material aislante del sonido.

11.12.8 En los puntos donde las dos alas del muro hueco se ponen en contacto (por ejemplo, en los vanos de puertas y ventanas), deben aislarse por medio de una membrana impermeable.

11.12.8.1 Sobre los dinteles de puertas y ventanas, la membrana impermeable debe insertarse en forma inclinada hacia afuera y hacia adentro.

11.12.8.2 En las jambas macizas, deben insertarse una hilada vertical impermeable entre las alas exterior e interior del muro.

12. INSPECCIÓN

12.1 Generalidades

El objeto de la inspección del trabajo de mampostería de ladrillo es el de asegurar rendimiento satisfactorio *y* conseguir que toda la práctica recomendada de mano obra se aplique en cada etapa. Como no se puede conocer la resistencia exacta de la mampostería, es necesaria una estricta supervisión del trabajo. La resistencia de mampostería depende de la resistencia individual de cada ladrillo, de la resistencia mortero, del aparejo *y* de la ejecución trabajo.

12.2 Inspección de materiales

En el caso de trabajos grandes, deben tomarse muestras de ladrillos, arenas, cales, cementos, etc. que vayan a emplearse en la mampostería y ensayarse periódicamente en un laboratorio, para asegurarse de cumplan con los requisitos establecidos en el numeral 5. En el caso de trabajos pequeños, pueden efectuarse ensayos simples de campo.

12.3 Inspección dc ejecución

Una estricta supervisión, mientras avanza el trabajo, asegura un mejor aprovechamiento de los materiales en uso. Al tiempo de inspección, deben observarse los siguientes pasos:

a) todos los materiales sueltos, desperdicios y residuos de mortero que hayan quedado sobre la superficie en que se va comenzar un trabajo, deben removerse con un cepillo de alambre;

(Continúa)

b) Todos los ladrillos deben remojarse en agua limpia, inmediatamente antes de su uso.

c) La superficie sobre la que va a empezarse el trabajo debe estar ligeramente húmeda,

d) La primera hilada debe hacerse horizontal, utilizando suficiente mortero en la junta de lecho para compensar cualquier ondulación en la base inferior;

e) Un mortero plástico constituye un apoyo completo para el ladrillo, y el relleno completo de las juntas asegura mayor resistencia. Debe tenerse cuidado de añadir el agua necesaria al mortero en la plataforma de mezclado y no sobre las hiladas;

f) En lo posible, las juntas deben ser delgadas y cumplir estrictamente las especificaciones mencionadas en 6.4;

g) debe tenerse cuidado de comprobar que no haya juntas verticales ininterrumpidas y que la superposición no sea menor que el ancho del ladrillo, como también que todas las juntas verticales se llenen adecuadamente de mortero;

h) Deben controlarse la verticalidad de la pared y la horizontalidad de las hiladas por medio de una plomada y un nivel de burbuja, respectivamente;

i) Ninguna parte del trabajo debe avanzar a más de 1 m de altura sobre otra. Cuando la mampostería de un tramo tenga que suspenderse, debe dejarse escalonada en un ángulo no mayor de 45^0; de acuerdo al aparejo, y no debe dejarse dentada;

j) cuando se requiere un enlucido sobre el muro, todas las juntas, tanto verticales como horizontales, deben ser raspadas hasta 1 cm de profundidad, mientras el mortero está húmedo, para asegurar una adherencia satisfactoria entre el enlucido y el muro;

k) debe tenerse cuidado de asegurar que la mampostería se mantenga húmeda por siete días, a partir de las 24 horas siguientes a la colocación de las hiladas.

13. MANTENIMIENTO

13.1 Cuando se usan los materiales adecuados y la ejecución es cuidadosa, la mampostería necesita poco mantenimiento. Sin embargo, si se presentan defectos, puede atribuirse a las siguientes causas:

a) ataque de sulfatos a morteros y enlucidos,

b) uso de materiales de poca resistencia,

c) corrosión del acero o hierro embebidos,

d) cristalización de sales de los ladrillos, y

e) defectos debidos a retracción y secado.

13.2 Ataque de sulfatos a morteros y enlucidos

13.2.1 Los sulfatos presentes en la mampostería reaccionan en presencia de agua con la alúmina del cemento y las cales hidráulicas del mortero y de los enlucidos, formando otras sales con considerable aumento de volumen. Consecuentemente, se astillan y desconchan los ladrillos, produciéndose grietas en las juntas y enlucidos y desintegrándose el mortero.

(Continúa)

Por tanto, los parapetos, cerramientos, muros de chimeneas, etc., deben construirse con ladrillos de bajo contenido de sulfatos. Del mismo modo, la mampostería sometida a condiciones de excesiva humedad, como en las hiladas inferiores de un muro, pozos de inspección, muros de contención, etc., debe construirse con ladrillos de bajo contenido de sulfatos. La mampostería en contacto con agua de mar debe ejecutarse con ladrillos macizos y mortero de cemento. En las condiciones indicadas, la mampostería no debe tener un enlucido rico en cemento (con una proporción mayor de 1:4 de cemento-arena), debido a las grietas de retracción, ya que éstas pueden admitir la penetración de agua en el cuerpo del muro, y, al mismo tiempo, la textura maciza puede impedir su pronta evaporación.

13.2.2 El ataque de sulfatos en sus etapas iniciales puede ser remediado rectificando las posibles fuentes de filtración de agua en la mampostería y raspando el mortero afectado para volver a hacer el trabajo. En etapas más avanzadas, el único remedio es derrocar la parte afectada y reconstruirla.

13.2.3 La primera precaución que debe tomarse para impedir el ataque de sulfatos es adoptar detalles constructivos y escoger materiales que aseguren completa protección contra la entrada de agua en la mampostería.

A continuación se indican algunos detalles constructivos importantes para evitar condiciones de humedad:

a) bajo todos los elementos articulados deben proveerse hiladas a prueba de humedad que cubran las caras horizontales o inclinadas de la mampostería incluyendo coronamientos, alféizares y cubiertas de chimeneas;

b) todos los elementos salientes, formados con unidades trabadas, como cornisas molduras, deben cubrirse con protecciones apropiadas y, si es necesario, deben protegerse también las caras exteriores de fachada. Los enlucidos y revestimientos de cemento en superficies horizontales distan mucho de ser satisfactorios; generalmente presentan grietas, una vez expuestos a la acción del agua;

c) los muros de parapeto no deben sellarse en ambas caras con enlucidos impermeables; esto reduce el índice de evaporación y puede, por último, producir la humedad crónica de la mampostería.

d) en muros cubiertos con enlucidos exteriores, todas las hiladas a prueba de humedad deben extenderse sobre el frente y voltearse hacia abajo para formar goterones protectores;

e) cuando se usen revestimientos sobre nivel de cubierta, en unión de hiladas a prueba de humedad, deben insertarse inmediatamente debajo de dichas hiladas:

f) los muros huecos deben drenarse por medio de agujeros de desagüe bajo todas las hiladas a prueba de hurnedad que cubran la cavidad;

g) el uso de piedras o ladrillos densos como revestimientos de mampostería porosa en muros macizos puede producir una humedad prolongada del muro. El agua que entra a través de las grietas de retracción no puede evaporase rápidamente a través de este revestimiento denso.

13.3 Uso de materiales de poca resistencia

13.3.1 Los ladrillos que tienen nódulos quemados de cal viva y el mortero que contiene partículas de cal no apagada son, a menudo, los responsables de grietas en los mismos ladrillos y, por picaduras, grietas desplazamiento, etc., en los morteros; cuando se ponen en contacto con el agua, la cal viva se hidrata y expande en volumen causando tales defectos.

(Continúa)

13.3.2 El remedio reside en asegurar que la toda cal sea adecuadamente apagada antes de la preparación del mortero y en escoger ladrillos cerámicos de la arcilla apropiada. Los detalles constructivos diseñados para excluir la humedad de tales muros también ayudan a resolver el problema.

13.4 Corrosión del acero y del hierro embebidos.

El hierro y el acero se corroen en contacto con la humedad atmosférica cuando esta humedad está cargada de ácidos, sulfatos y cloruros en solución. En las regiones costeras, esta corrosión se produce muy rápidamente. El hierro embebido en la mampostería se corroe por la misma razón cuando les sales se desprenden en solución de los mismos ladrillos húmedos. Por la corrosión, el hierro se expande considerablemente y tiende a romper la mampostería. Se puede impedir esta corrosión mediante una capa de mortero denso de cemento de 1,5 a 2,5 cm de espesor colocada alrededor de cada elemento de acero. Los elementos de hierro y acero parcialmente embebidos en hormigón tienden a corroerse en el punto de su entrada en la mampostería y, para impedir esto, deben llevar un recubrimiento bituminoso en ese mismo lugar.

13.5 Cristalización de sales

13.5.1 Cuando en la construcción se usan ladrillos que contienen sales solubles, éstas se disuelven si el agua pasa por los poros de los ladrillos y se depositan en la cara exterior de la mampostería en forma de cristales finos. Este fenómeno se conoce como eflorescencia.

13.5.2 La eflorescencia puede ser un fenómeno común con nuevas construcciones, ya que el agua usada en ellas invariablemente deja las sales disueltas en la mampostería sobre las caras exteriores. Cuando la estructura se seca, esta eflorescencia puede removerse con cepillos. Las sales no deben lavarse, por cuanto la solución puede ser reabsorbida por la mampostería. Tampoco debe hacerse la limpieza con ácidos, por cuanto se forman nuevas sales del mismo modo.

13.5.3 La eflorescencia continua indica que el agua de goteras u otras fuentes similares ha encontrado una vía dentro de la mampostería, a través de canales permeables. En estos casos, debe localizarse y bloquearse tal entrada.

13.5.4 Algunas de las sales, como el sulfato de magnesio, tienen un efecto desintegrador sobre la cara del ladrillo y causan su destrucción total. El análisis químico de muestras de la superficie afectada puede indicar la naturaleza de las sales y, si éstas son de tipo nocivo, deben tomarse precauciones para impedir la entrada de agua a la mampostería.

13.6 Defectos debidos a la retracción o secado.

Generalmente, la mampostería se hincha con la absorción de agua y, una vez que el agua se evapora, se encoge y desarrolla grietas verticales, y cuando el mortero es flojo, las grietas se distribuyen sobre un gran número de juntas, a tal punto que no son fácilmente visibles. Sin embargo, cuando el mortero es rico en cemento, las grietas resultantes son pocas, pero más anchas, presentándose en los puntos más débiles de los ladrillos y del mortero. Estas grietas no tienen efecto adverso en la resistencia estructural de la obra y pueden ser fácilmente rectificadas. No vuelven a presentarse después de la primera temporada de secado, por cuando los muros son generalmente impermeables.

(Continúa)

14. REPARACIÓN DE LA MAMPOSTERÍA

14.1 Los defectos y grietas en la mampostería pueden deberse a una o varias causas de las mencionadas en el numeral 13.1, y, para realizar reparaciones efectivas, es necesario conocer la causa del daño. El efecto del defecto en un muro debe juzgarse en relación al edificio como un todo y a la solidez general de su construcción, así como a la particular función que cumple el muro considerado. La naturaleza de las reparaciones depende, principalmente, del daño estructural o también del daño superficial. A veces, aun grietas anchas pueden no afectar seriamente la estabilidad de la estructura, siempre que la mampostería no esté distorsionada o desplomada.

14.2 Antes de decidir el curso del tratamiento que va a adoptarse, deben considerarse los siguientes factores:

a) el tipo de cimentación sobre la cual c construido el muro;

b) la posición y el aparejo de los muros transversales y otros miembros estructurales de unión:

c) un posible desplome del muro;

d) posibles empujes de pisos, techos y muros superiores;

e) el efecto estético de las grietas sobre edificio en su totalidad.

14.3 Tratamiento del daño estructural.

14.3.1 Cuando los muros llegan a estar inseguros a causa de movimientos diferenciales, debidos a fluctuaciones de clima el contenido de humedad del subsuelo o a presencia de materiales de relleno bajo las cimentaciones, el trabajo puede requerir medidas especiales, como proveer una cadena de hormigón armado al nivel de los plintos, de los dinteles, de la cubierta, etc. y bajar el nivel de aguas subterráneas.

14.3.2 Para otros dañas distintos de las mencionados en 14.3.1, se puede adoptar uno de los siguientes tratamientos:

a) Colocar anclajes metálicos que pasen través del piso o al nivel de cubierta, anclando el muro dañado a otro muro o elemento estructural macizo, o que tienda a moverse en dirección opuesta;

b) Construir contrafuertes ajustados al muro dañado, de tal modo que produzcan un empuje en la dirección requerida. Debe asegurarse que los contrafuertes descansen en suelo firme sin posibilidad de asentamientos o movimientos:

c) En caso de que se note que un muro está desplomado, la parte dañada o deformada de éste debe desmantelarse y reconstruirse con mortero de la misma proporción del tramo en buen estado.

14.3.3 *Tratamiento de grietas a través de muros*

14.3.3.1 Estas grietas son en general diagonales que, a veces, siguen la dirección de juntas horizontales y verticales alternadamente, y otras, pasan directamente hacia abajo, a través de las juntas verticales alternadas y de los ladrillos y capas de mortero intermedios. En estos casos, puede adoptarse uno de los siguientes métodos:

a) si las grietas son de tal naturaleza que pueden facilitar la penetración de lluvia al no repararse, es necesario retirar y reemplazar los ladrillos agrietados;

(Continúa)

b) si las grietas son anchas, las dos partes aledañas pueden trabarse insertando piedras o bloques de hormigón en aparejo a intervalos convenientes; las grietas deben entonces recubrirse con masilla de cemento. Debe tenerse suficiente cuidado al preparar los bloques de hormigón para que la superficie reparada se iguale a la superficie contigua. Al reparar grietas con mortero es importante asegurar una adherencia satisfactoria entre la mampostería existente y la nueva, para lo cual no debe usarse un mortero muy resistente. De otro modo, la retracción de un nuevo mortero, con mayor proporción de cemento, puede producir una nueva grieta. Para mejorar la adherencia debe humedecerse bien la mampostería antes de colocar el mortero.

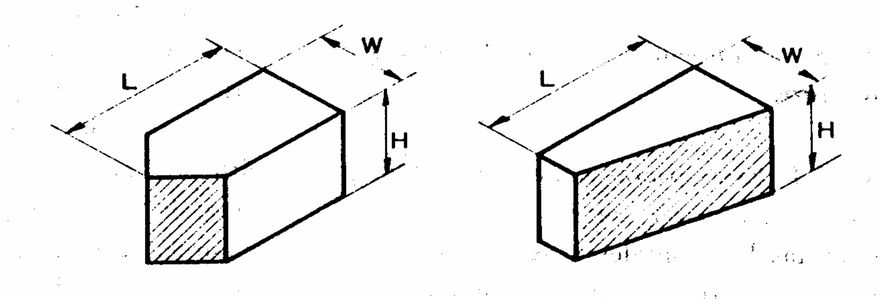
14.3.3.2 Si en un solo muro aparecen varias grietas y éstas se cruzan unas con otras, no pueden ser reparadas efectivamente. En este caso, el muro no es resistente y es aconsejable desmantelarlo y reconstruirlo, sosteniendo la estructura superior de una manera adecuada. En caso de que las grietas diagonales se presenten en un sitio determinado del muro, la mampostería del sitio afectado y la contigua deben ser desmanteladas y reconstruidas. Mientras se desmantela esta parte, debe tenerse cuidado de reducir al mínimo la carga sobre el muro, colocando puntales y soportes en sitios adecuados. Los puntales y soportes empleados no deben retirarse hasta cuando la mampostería reconstruida haya alcanzado la resistencia suficiente.

14.3.3.3 Cuando las grietas tiendan a continuar ensanchándose por algún tiempo después de su desarrollo inicial (como en el caso de grietas debidas a movimientos superficiales en subsuelo arcilloso flojo), no es aconsejable reparar las grietas con mortero. Si es necesario su relleno para impedir la penetración de lluvia, deberá aplicarse una masilla bituminosa mediante calafateo o usando un soplete.

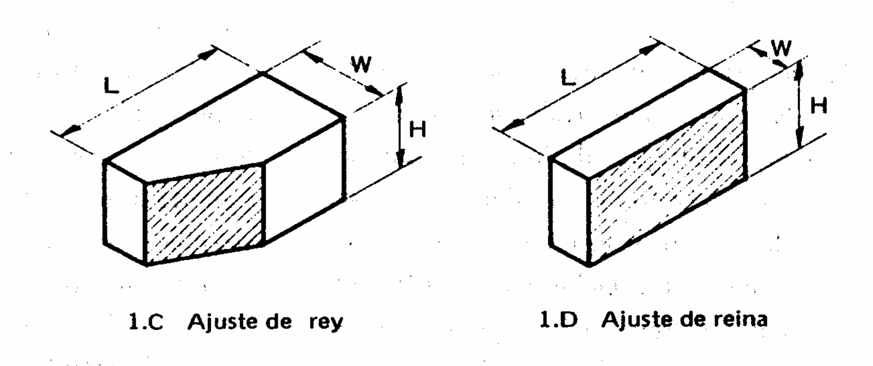
14.3.3.4 *Grietas superficiales.* Cuando el mortero de las juntas se ha deteriorado sin dislocar la mampostería, lo cual puede deberse a uso inicial de mortero pobre, relleno deficiente de las juntas o acción de heladas, incendios, etc., las juntas deben rasparse completamente hasta una profundidad mínima de 2 cm y luego rellenarse con mortero y revocarse. Se debe tener cuidado de evitar el uso de un mortero muy resistente para el relleno. El trabajo de reparación debe ser adecuadamente curado (ver 11.10).

(Continúa)

FIGURA 1. Diferentes tipos de ladrillos recortados.



1. A Chaflán   1.B Ajuste achaflanado



1.C Ajuste de rey   1.D Ajuste de reina

L = longitud de ladrillo modular
W = Ancho de ladrillo modular
H = Altura de ladrillo modular

(Continúa)

FIGURA 2. Aparejo inglés

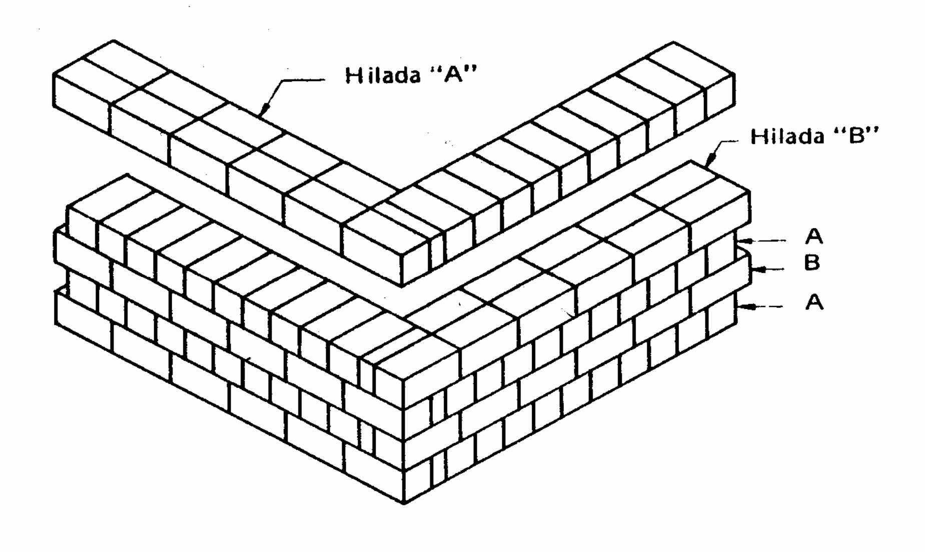
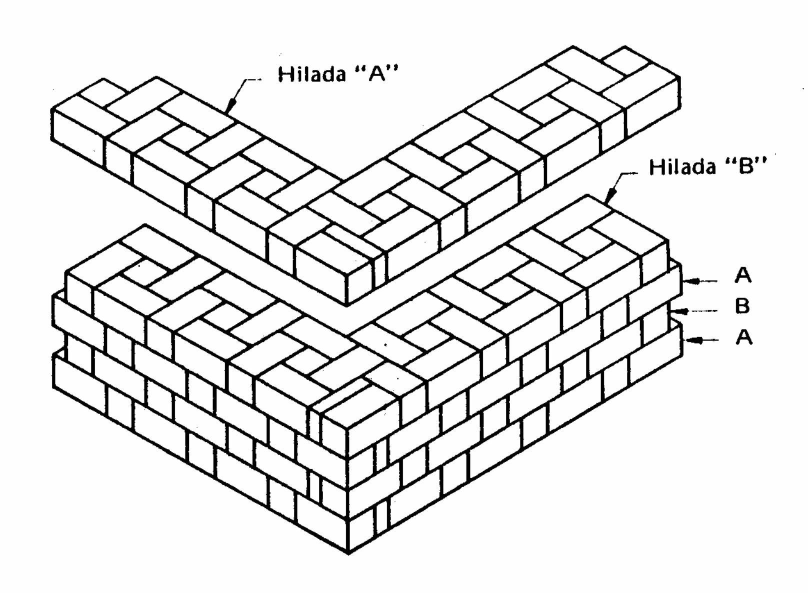


FIGURA 3. Aparejo flamenco doble



(Continúa)

Figura 4. Aparejo flamenco simple

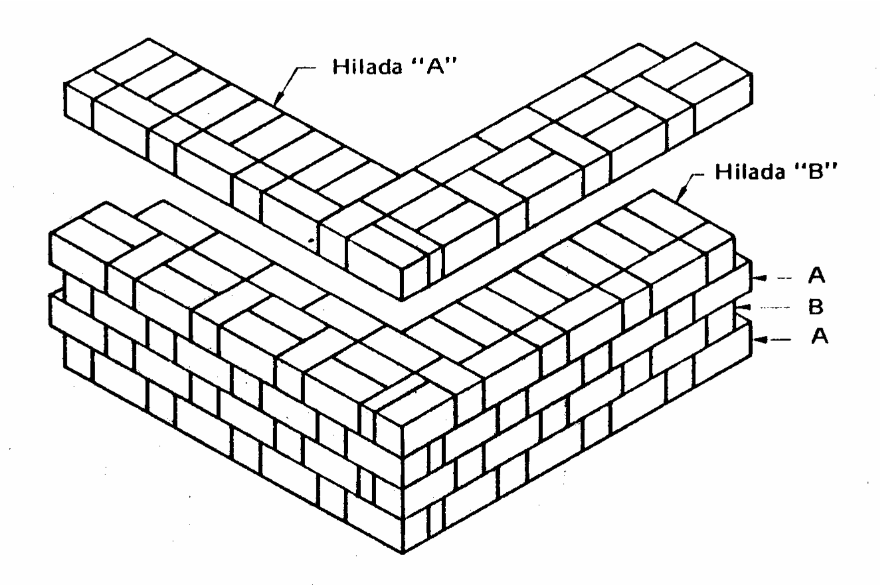
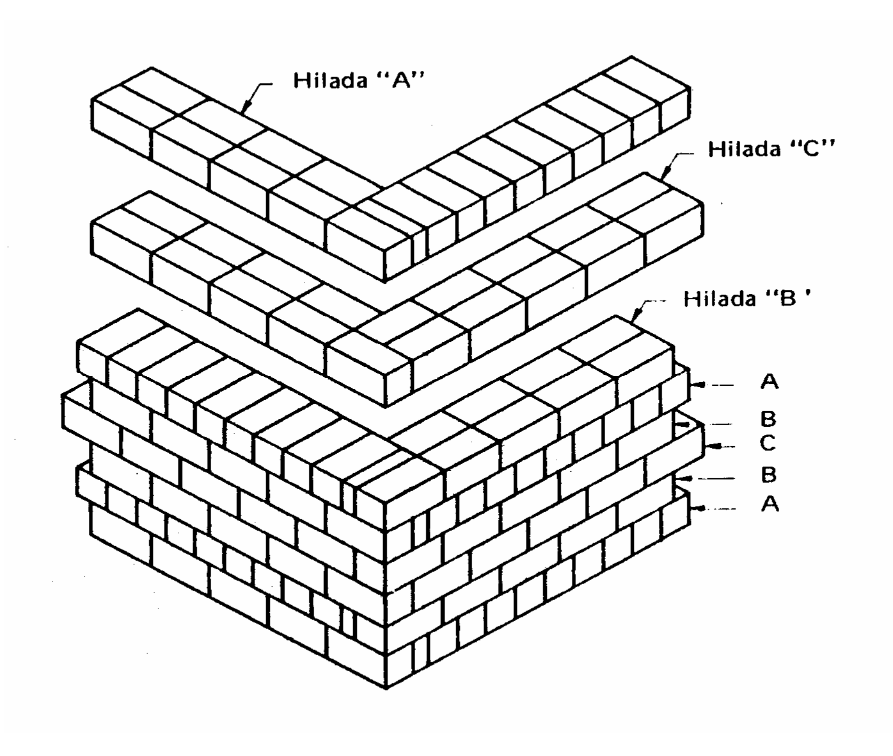


FIGURA 5. Aparejo de muro de jardín inglés



(Continúa)



FIGURA 6. Aparejo de muro de jardín flamenco

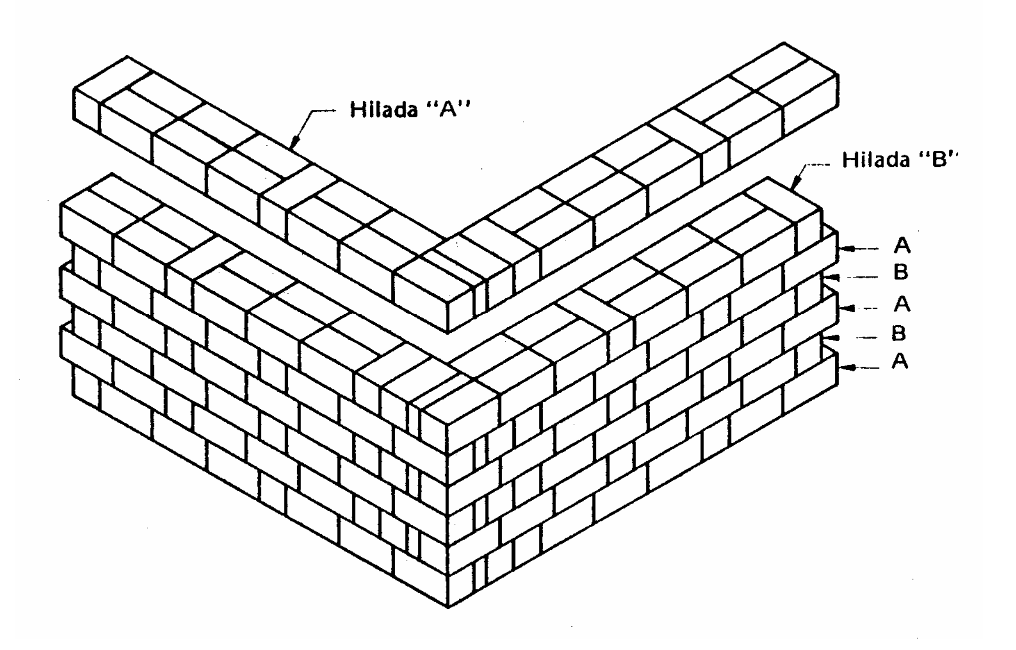
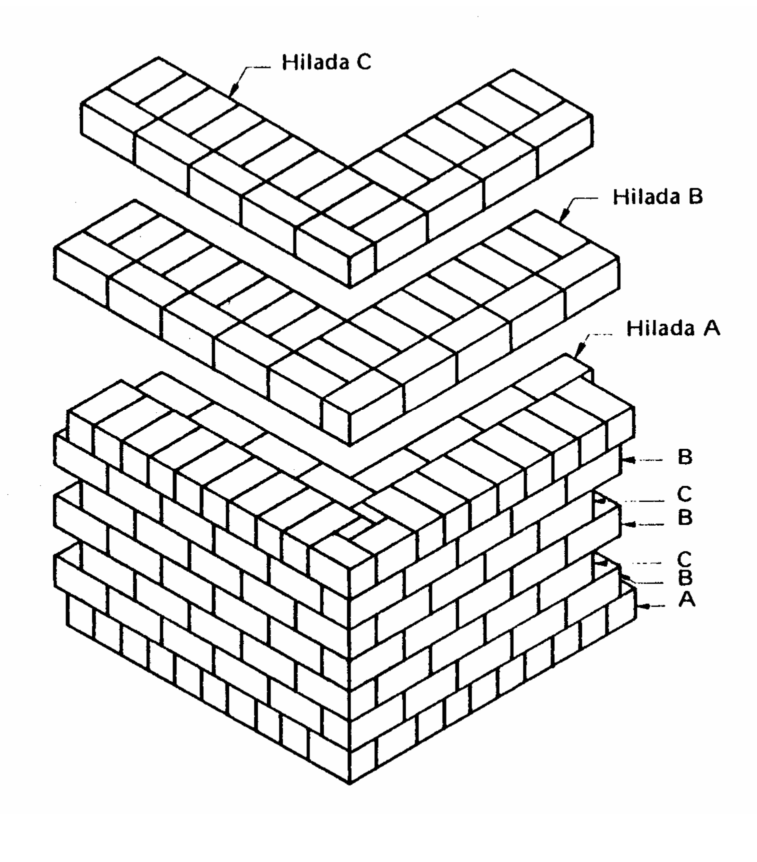
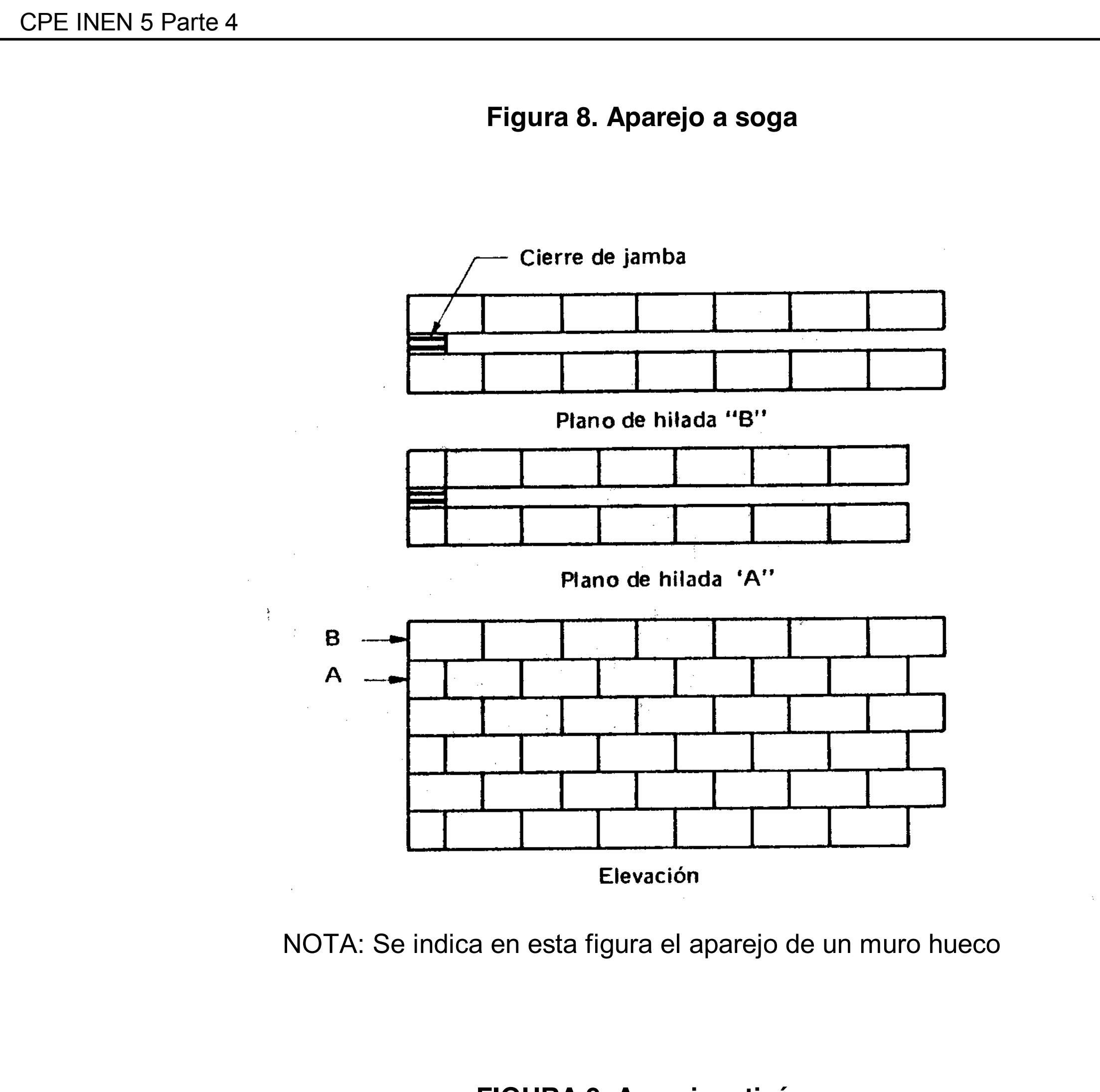


FIGURA 7. Aparejo Americano



(Continúa)

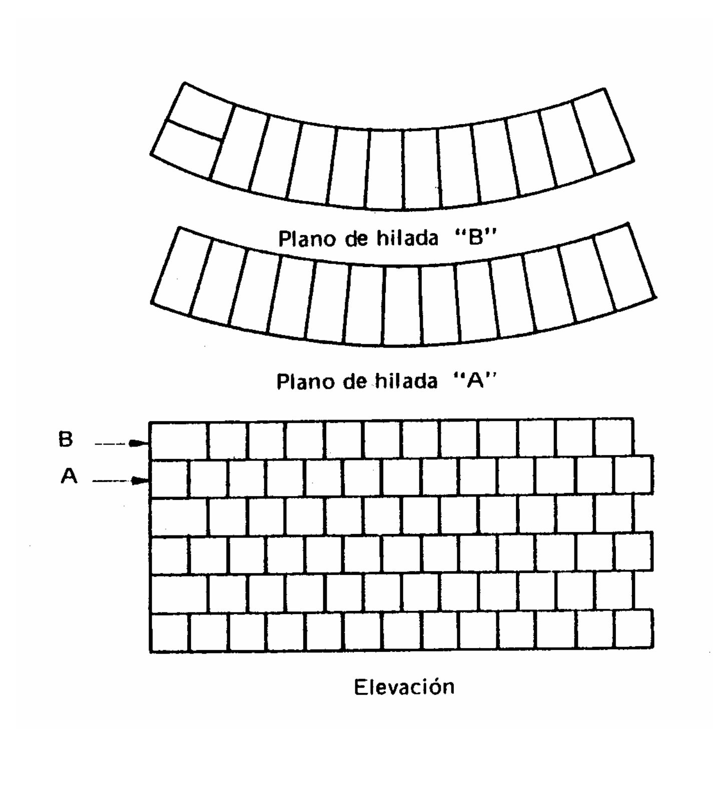
Figura 8. Aparejo a soga



NOTA: Se indica en esta figura el aparejo de un muro hueco

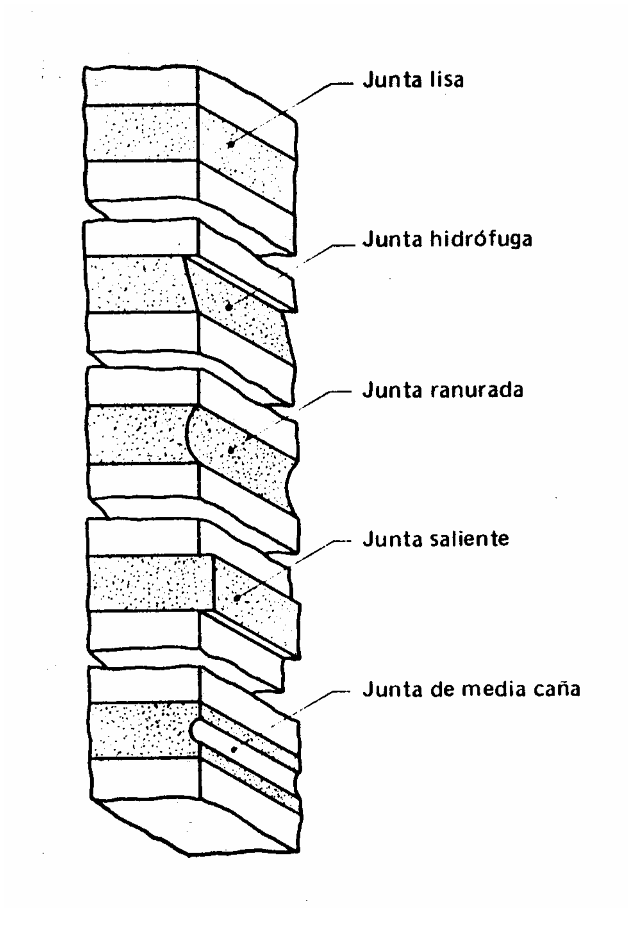


FIGURA 9. Aparejo a tizón



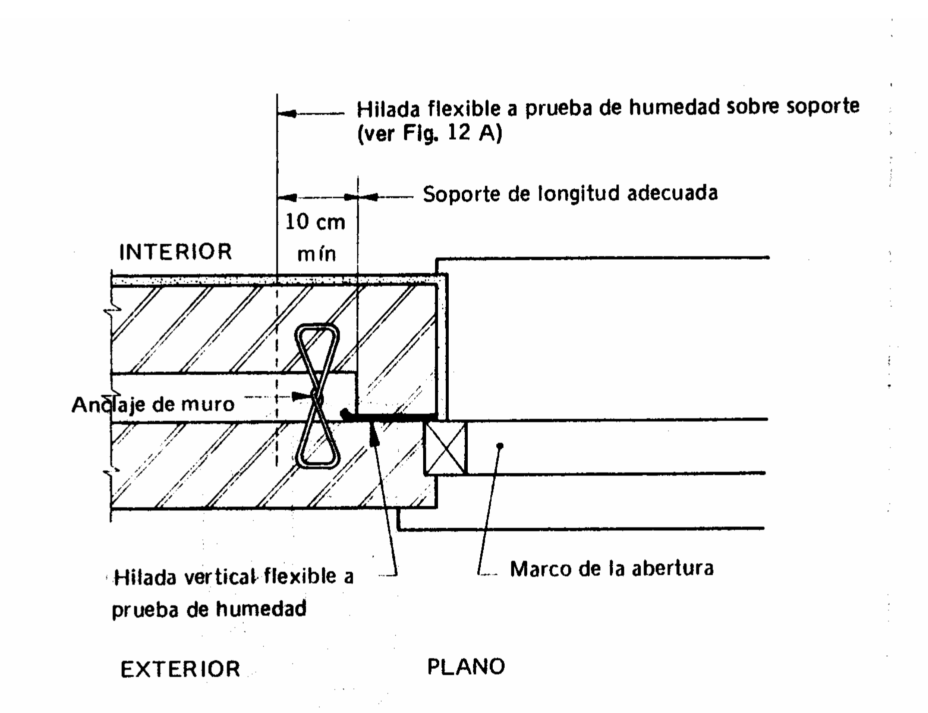
(Continúa)

Figura 10. Diferentes tipos de juntas revocadas para mampostería de ladrillo

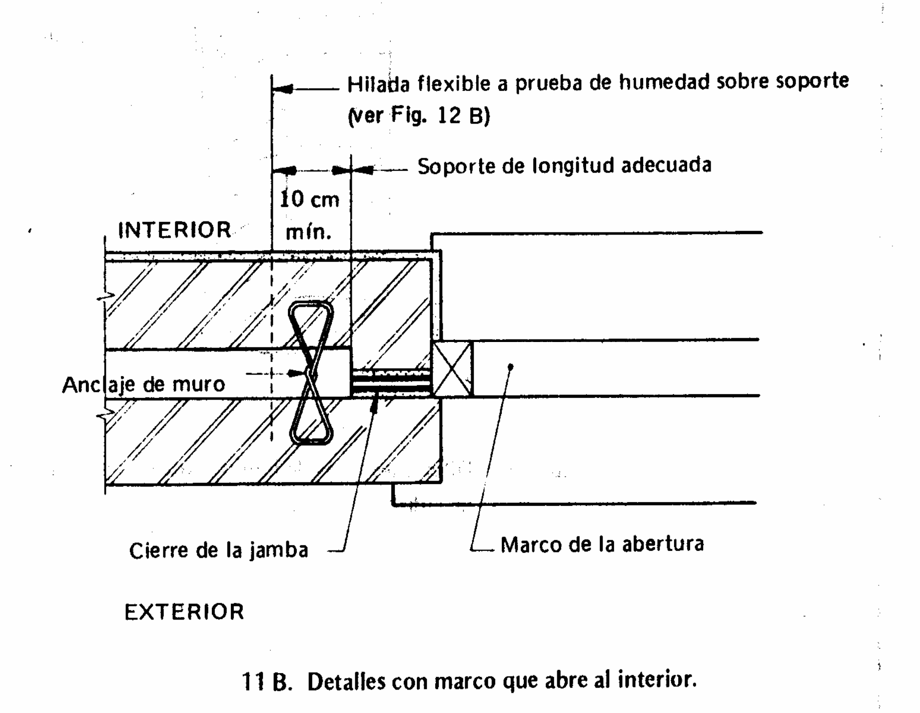


(Continúa)

FIGURA 11. Detalles de hiladas a prueba de humedad en las jambas de aberturas en muros huecos.



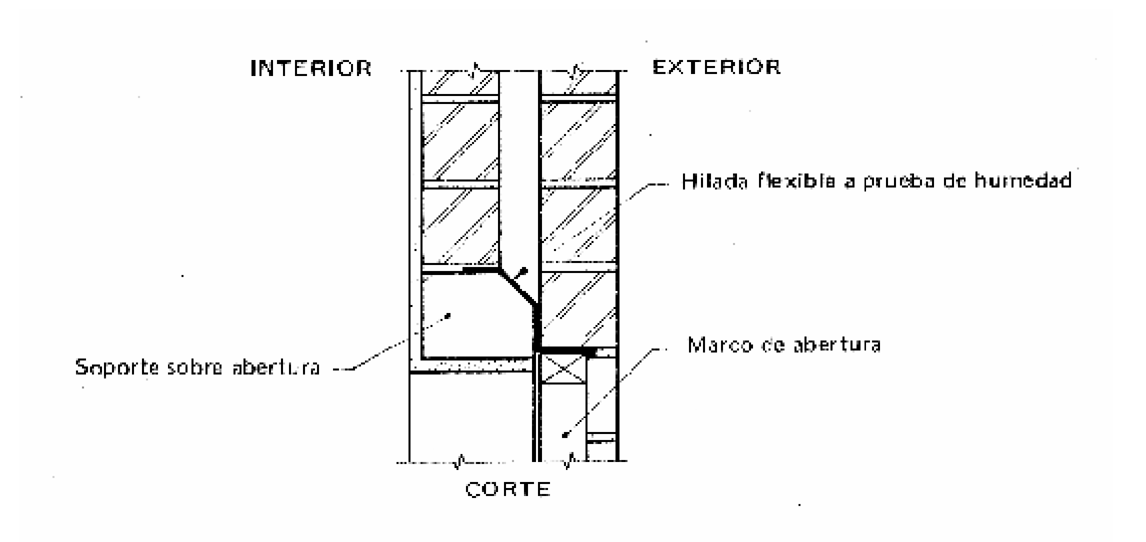
11 A. Detalles con marco que abre al exterior



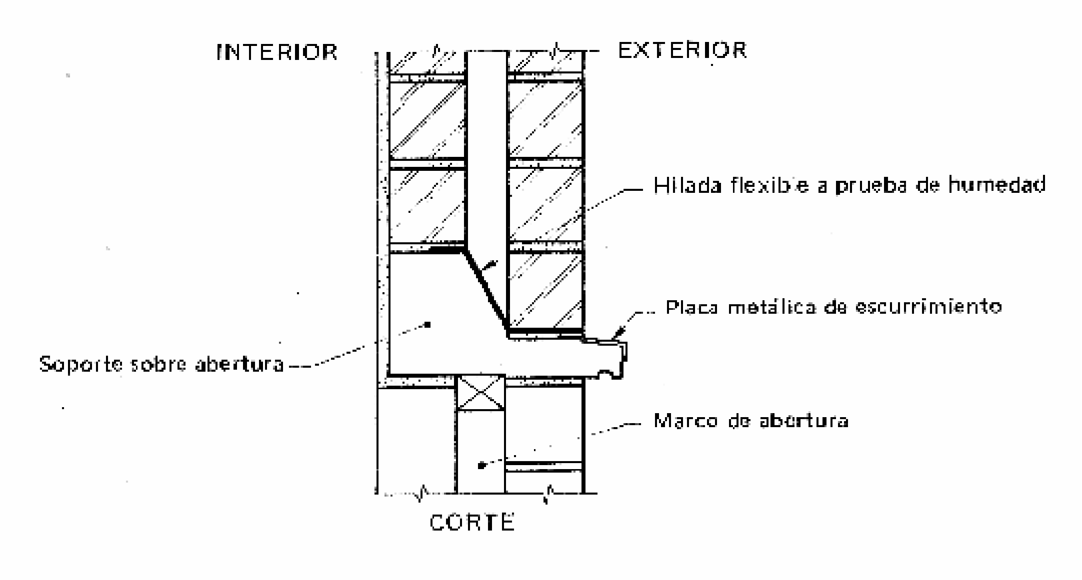
11 B. Detalles con marco que abre al interior.

(Continúa)

FIGURA 12. Detalles de protección contra la humedad al nivel de la parte superior del dintel para aberturas en marcos huecos.



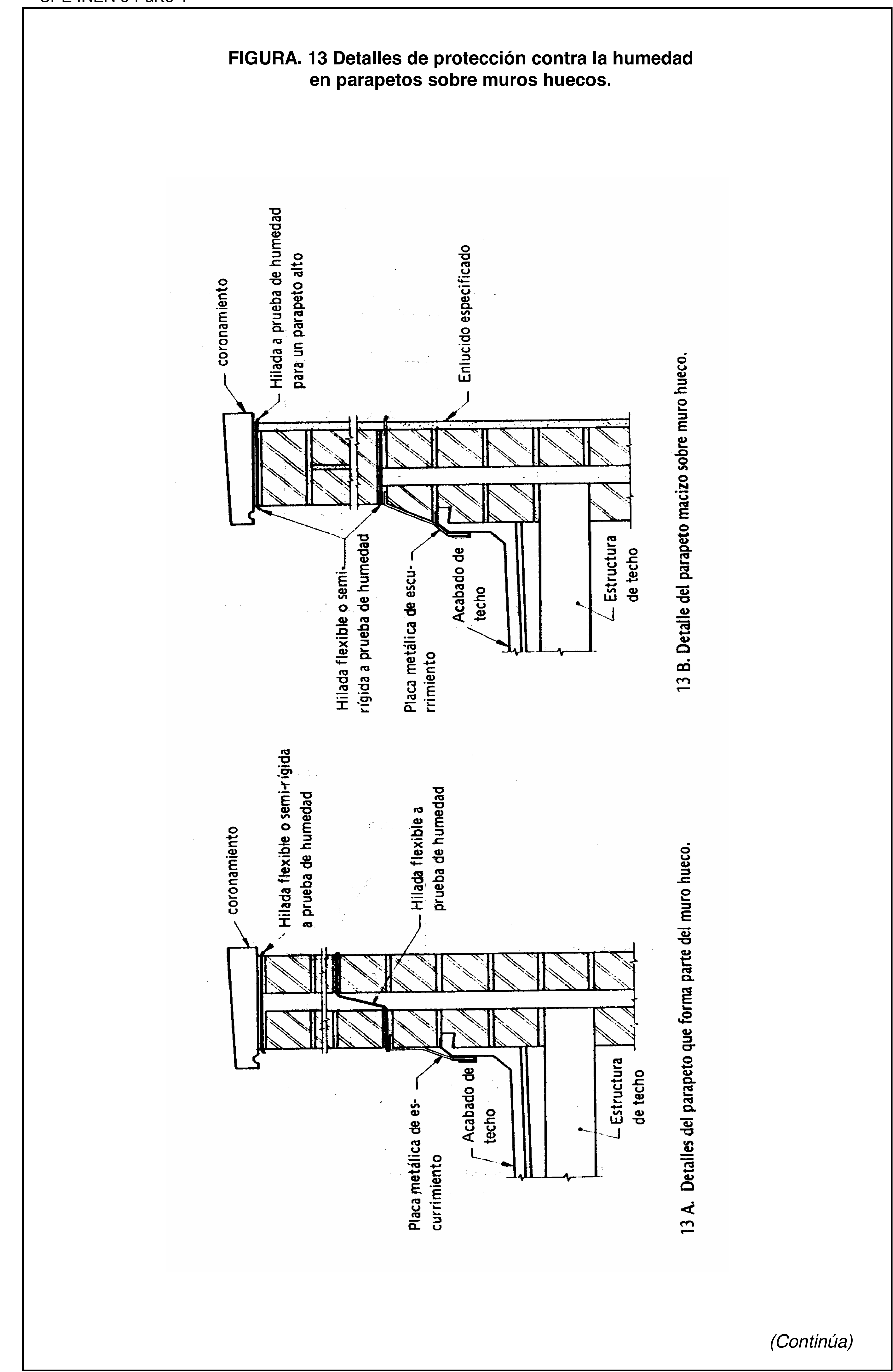
12 A. Parte superior de abertura con marco que abre al exterior.



12 B. Parte superior de abertura con marco que abre al interior.

(Continúa)

FIGURA. 13 Detalles de protección contra la humedad en parapetos sobre muros huecos.

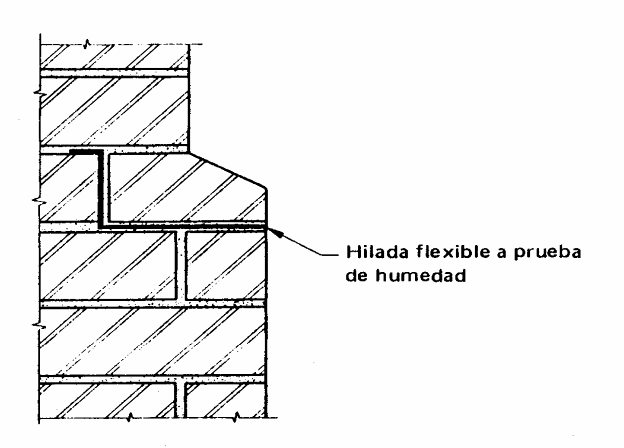


13 B. Detalle del parapeto macizo sobre muro hueco.

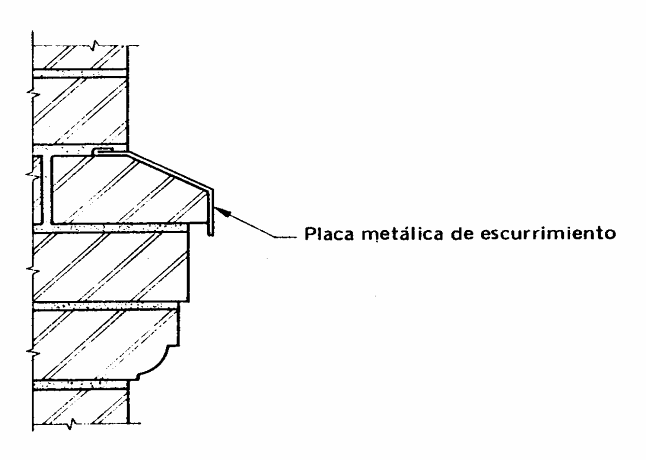
13 A. Detalles del parapeto que forma parte del muro hueco.

(Continúa)

FIGURA 14. Detalles de impermeabilización en elementos de acabado

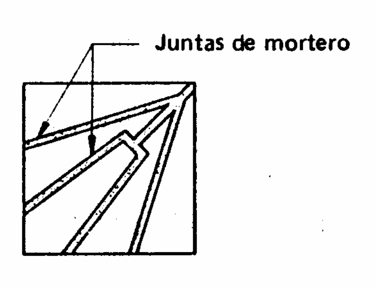


14 A. Plinto y muro macizo.



14 B. Cordón en muro macizo o hueco.

FIGURA 15. disposición típica de ladrillos cortados en una esquina.



(Continúa)

ANEXO A

MORTEROS DE MAMPOSTERÍA.

REQUISITOS.

A.1 Dosificación de ingredientes

A.1.1 La dosificación de ingredientes para la mezcla, de acuerdo a las condiciones de uso y de resistencia, debe efectuarse de conformidad con los valores especificados en la Tabla A.1.

A.1.2 La dosificación debe efectuarse por volumen, en cajones de 30 dm^3 con medidas interiores normalizadas (40 x 30 x 25 cm). No deben usarse carretillas, baldes ni otros recipientes para este objeto.

A.1.3 La cantidad de agua que se añade a los ingredientes secos debe ser la necesaria y suficiente para obtener una consistencia de trabajo satisfactoria. Debe evitarse el exceso de agua.

A.1.4 En el caso de usar morteros de cemento-cal-arena, se puede aplicar la siguiente fórmula para determinar la cantidad de agua:

$B = 0,65\ (Q_c + Q_d)$

Siendo

B = el consumo de aula por m^3 de arena, en litros.

Q_c = la cantidad de cemento añadida por m_3 de arena, en kg.

Q_d = la cantidad de cal añadida por m^3 de arena, en kg.

A.2 Preparación del mortero

A.2.1 El mezclado debe efectuarse de preferencia en una mezcladora mecánica. Si se hace a mano, debe llevarse a cabo sobre una plataforma limpia e impermeable.

El cemento y la arena deben mezclarse secos en la proporción requerida hasta obtener un aspecto homogéneo. Luego, debe añadirse la cantidad suficiente de agua y mezclarse el mortero para conseguir la resistencia apropiada. En el caso de mezclado mecánico, el mortero debe mezclarse durante tres minutos, después de añadir el agua. En el caso de mezclado a mano, el mortero debe revolverse con una pala, por el tiempo de diez a quince minutos, añadiendo poco a poco el agua.

A.2.2 Para preparar un mortero de cal o de cal-cemento, se debe previamente apagar la cal viva y luego preparar la pasta de cal hidratada, a la misma que deben añadirse el cemento y la arena con la cantidad adecuada de agua. Si, como se indica en el numeral 7.4.1 y en la NTE INEN 248, es necesario conservar la pasta de cal por un tiempo, deberá mantenerse ésta en un medio húmedo, por el lapso de 48 horas, previamente a la preparación del mortero.

A.2.3 Para preparar un mortero de cemento y puzolana, debe mezclarse ésta con el cemento y la arena, tal como se indica en A.2.1.

A.2.4 Para preparar un mortero de cal y puzolana, debe mezclarse ésta con la pasta de cal hidratada, tal como se indica en A.2.2 con referencia al cemento.

(Continúa)

A.2.5 No debe prepararse una cantidad de mortero mayor de la que se va a emplear en un día de trabajo. En las obras de mampostería, debe descartarse todo mortero seco, endurecido, fraguado, alterado o de más de 24 horas de preparado.

TABLA 1.A. Cuadro de Morteros (partes para la mezcla)

TIPO	CEMENTO PORTLAND	ARENA		CAL (hidratada)	USO
		Fina de 1 a 4 mm	Gruesa de 4 a 10 mm		
M_1	1	1	2		Obras sanitarias. Pozos de revisión. Uniones de tubos de hormigón. Enlucido de obras sanitarias.
M_2	1	2	1		Pavimentos. Masillas para colocar azulejos y baldosas. Masilla para fijar puertas y ventanas metálicas y tacos de madera.
M_3	1		7		Cimientos. Zócalos. Mampostería de piedra, ladrillos y bloques de hormigón de 20 cm o más de espesor.
M_4	1	2	3		Mampostería de ladrillos o bloques de hormigón de 10 a 20 cm de espesor.
M_5	1	2	2		Mampostería de ladrillos o bloques de hormigón de menos de 10 cm de espesor.
M_6	1	2	2	1	Masilla para revestimiento de losas de hormigón, una vez terminada la fundición
M_7	1	4	3		Enlucidos exteriores sobre muros de ladrillo, piedra u hormigón. Revocados.
M_8	1	4	3	1	Enlucidos interiores sobre muros de ladrillos. Tumbados sobre malla metálica.
M_9	1	5	5	2	Masilla para colocación de tejuelos en losas de cubierta o terrazas, para aislamiento térmico.

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 152: 1991 *Cemento Portland. Requisitos.*
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 247: 1985 *Cal hidratada. Requisitos.*
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 248: 1985 *Cal viva para construcción. Requisitos.*
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 293: 1978 *Ladrillos cerámicos. Definiciones, clasificación y condiciones generales.*
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 297: 1985 *Ladrillos cerámicos. Requisitos.*
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 317: 1978 *Coordinación modular de la construcción. Dimensiones modulares de ladrillos cerámicos.*
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 490: 1981 *Cemento puzolánico. Requisitos.*
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 872: 1983 *Áridos para hormigón. Requisitos.*

- Código Ecuatoriano de la Construcción - 1 Parte. Requisitos generales de diseño.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma India IS: 2212-1962. *Code of practice for brickwork.* Indian Standards Institution Nueva Delhi, 1975. (3rd. Reprint).

Norma India IS: 2250-1965. *Code of practice for preparation and use of masonry mortars*. Indian Standards Institution. Nueva Delhi, 1975. (2nd. Reprint).

Código Británico CP 121: Part 1: 1973. *Code of Practice for Walling. Part* 1. *Brick and block masonry.* British Standards Institution. Londres, 1973.

Banco Ecuatoriano de la Vivienda. *Especificaciones técnicas mínimas para construcción de viviendas. Quito, 1968.*

CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN

PARTE 4. MAMPOSTERÍA DE LADRILLO

SEGUNDA SECCIÓN. REQUISITOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

1. OBJETO

1.1 Esta segunda sección del Código establece recomendaciones sobre el diseño estructural de muros soportantes no armados y de muros no soportantes de mampostería de ladrillos cerámicos, ladrillos sílico-calcáreos y bloques macizos de hormigón.

2. ALCANCE

2.1 Esta segunda sección del Código tiene el mismo alcance de la primera, con la adición de los ladrillos sílico-calcáreos y bloques macizos de hormigón.

2.2 Las recomendaciones de esta sección del Código no se aplican a los muros construidos con bloques huecos de hormigón o bloques aligerados de hormigón, ni a los muros construidos con morteros arcillosos.

3. TERMINOLOGÍA

3.1 Para el propósito de esta sección del Código, son válidas todas las definiciones establecidas en la primera sección, además de las que se indican a continuación.

3.2 Columna, pilastra y contrafuerte

3.2.1 *Columna.* Es un elemento vertical soportante, cuyo ancho no excede cuatro veces su espesor.

3.2.2 *Pilastra.* Es una sección engrosada que forma parte integral del muro, colocada a intervalos a lo largo de éste, principalmente para aumentar su rigidez o también para soportar una carga concentrada. El espesor de una pilastra incluye el del muro o, cuando ésta se apareja con un muro hueco, el espesor de la parte aparejada como muro independiente (ver Fig. 1).

3.2.3 *Contrafuerte.* Es un elemento soportante vertical construido al exterior de un muro y adecuadamente aparejado para que pueda resistir un empuje externo.

3.3 Sección transversal de unidad de mampostería

El área transversal neta de una unidad de mampostería debe tomarse como el área transversal bruta, menos el área de núcleos de espacio celular. El área transversal de las unidades estriadas puede tomarse al exterior del estriado, sin deducir el área de las estrías.

3.4 Muro-cortina

Es un muro autoportante que no sostiene cargas verticales, pero está sujeto a empujes laterales. Puede ser soportado lateralmente por elementos estructurales verticales u horizontales, si es necesario (ver Fig. 2).

(Continúa)

3.5 Altura efectiva

Es la altura de un muro o columna que se considera apropiada para el cálculo del índice de esbeltez.

3.6 Longitud efectiva

Es la longitud de un muro o columna que se considera apropiada para el cálculo del índice de esbeltez.

3.7 Espesor efectivo

Es el espesor de un muro o columna que se considera apropiado para calcular el Índice de esbeltez.

3.8 Unidad hueca

Es una unidad de mampostería cuya sección transversal neta, en cualquier plano paralelo a la superficie de apoyo, es menor del 80 % de su sección transversal bruta medida en el mismo plano (ver 3.3 y 3.14).

3.9 Masilla

Es el mortero de consistencia fluida.

3.10 Junta de muro

Es una junta paralela a la cara del muro.

3.11 Ala

Es la parte exterior o interior de un muro hueco.

3.12 Soporte lateral

Es el soporte que sostiene efectivamente un muro, columna o pilastra en dirección de su espesor, aunque la columna puede tener también soporte lateral en dirección de su ancho.

3.13 Muro soportante

Es un muro diseñado para soportar una carga vertical impuesta además de su propio peso.

3.14 Unidad de mampostería

Es un bloque de mampostería cuya sección transversal neta encada plano paralelo a la superficie de apoyo es del 80% o más de su área transversal (ver 3.3 y 3.8). Puede ser un ladrillo cerámico, bloque macizo de hormigón o ladrillo sílico-calcáreo.

3.15 Muro divisorio

Es un muro interior no soportante de un piso o una fracción de piso de altura.

3.16 Muro de corte

Es un muro diseñado para soportar fuerzas horizontales que actúan en su plano con o sin cargas verticales impuestas.

(Continúa)

3.17 Indice de esbeltez

Es la relación entre la altura efectiva (o en caso de un muro, la longitud efectiva, si es menor que la altura) y el espesor efectivo.

3.18 Tipos de muros

3.18.1 *Muro hueco.* Es un muro compuesto de dos alas, las cuales se construyen de unidades estructurales, separadas por una cavidad y unidas por anclajes metálicos para asegurar que ambas actúen como uno solo elemento estructural, siendo el espacio entre las dos alas una cavidad continua o rellena con material aislante o impermeable que no soporta cargas.

3.18.2 *Muro de fachada.* Es un muro en el cual una parte anterior y otra posterior de dos materiales diferentes se traban conjuntamente para asegurar acción conjunta bajo la carga (ver Fig. 3).

3.18.3 *Muro revestido.* Es un muro en el cual la parte anterior está adjunta a la posterior, pero sin ninguna traba estructural que asegure el esfuerzo conjunto bajo la carga.

4. MATERIALES, ARTEFACTOS Y COMPONENTES

4.1 Los materiales, artefactos y componentes utilizados en la construcción de muros soportantes y no soportantes deben cumplir con los requisitos indicados en el numeral 5 de la primera sección del Código.

4.2 Nuevo uso de unidades de mampostería

A menos que el ingeniero responsable especifique otra cosa, el nuevo uso de unidades de mampostería anteriormente utilizadas puede permitirse, siempre que estas unidades cumplan con los requisitos mínimos especificados en las NTE INEN correspondientes.

5. PLANIFICACIÓN GENERAL

5.1 Estabilidad estructural y resistencia

Las estructuras dc mampostería obtienen su resistencia del soporte ofrecido por muros transversales, pisos, techos y otros elementos. Los muros soportantes son más eficientes estructuralmente, cuando la carga es uniformemente distribuida y la estructura está planificada de tal modo que la excentricidad de las cargas sea lo más pequeña posible. Es especialmente importante evitar las cargas excéntricas sobre muros en edificios de varios pisos. Estos detalles deben considerarse cuidadosamente durante las etapas de planificación y diseño de estructuras de mampostería.

5.2 Deformación y aparición de grietas

Deben tomarse precauciones especiales para controlar o aislar movimientos térmicos y de otras clases, para evitar daño a la construcción del edificio y conservar su eficiencia estructural. Deben instalarse juntas de construcción, de acuerdo a las especificaciones del numeral 6.6.3 de la sección del Código y al numeral 5.3 de la presente II sección.

5.3 Movimientos térmicos y de otras clases en la mampostería

5.3.1 *Movimiento térmico.* La expansión y contracción técnicas de la mampostería deben controlarse mediante juntas verticales de control, de acuerdo a los requisitos de 5.3.3.

(Continúa)

5.3.2 *Retracción por secado.* Cuando la retracción por secado de unidades de hormigón o sílico-calcáreas utilizadas en mampostería excede de 0,02% (6 mm en 30 m), la retracción y posible aparición de grietas debe controlarse mediante el uso de mortero de menor resistencia que las unidades de mampostería y una o más de las siguientes medidas:

a) refuerzo,

b) juntas de control, y

c) vigas o cadenas de amarre.

5.3.3 *Juntas de control*

5.3.3.1 *Juntas verticales de control.* Las juntas verticales de control deben localizarse en todos los muros continuos soportantes o no. Tales juntas verticales de control deben ser espaciadas adecuadamente, de acuerdo a la magnitud de la posible contracción o expansión de las unidades de mampostería y otras condiciones estructurales y de la obra, como se indica a continuación:

a) como criterio general, se recomienda que los muros que excedan 40 m de longitud deben dividirse por una o más juntas de dilatación. Las juntas verticales de dilatación deben proveerse a menores espacios, cuando hay aberturas o curvas en la mampostería;

b) cuando sea necesario, deben tomarse precauciones adecuadas en las juntas verticales de control para resistir fuerzas laterales:

c) las juntas verticales de control no deben ser menores de 10 mm de ancho y deben proveer una separación vertical continua a través de todo el espesor del muro o ala de mampostería en un muro hueco, y extendiéndose desde el extremo superior del muro hasta la parte superior de los cimientos o de la viga de piso.

5.3.3.2 *Juntas horizontales de control.* En muros soportantes huecos continuos de más de cuatro pisos de altura, cuando el ala exterior de la cavidad no es soportante, deben proveerse juntas horizontales de control. Tales juntas horizontales de control deben localizarse en el ala externa del muro hueco y debe espaciarse máximo a 10 m aparte en sentido vertical, situándose bajo cada posición de soporte de dicha ala exterior (ver Fig. 4). El ancho de estas juntas horizontales debe ser mínimo de 3 mm y equivalente a 20 mm por cada 30 m de altura vertical del muro.

5.3.3.3 *Método de protección.* Las juntas de control verticales y horizontales deben protegerse mediante calafateo, con un material durable y flexible, o por otros métodos aprobados que provean los requisitos de impermeabilización y aislamiento, sin restringir el movimiento dentro de la junta.

5.3.4 *Otros movimientos.* Deben tomarse precauciones para evitar que en la mampostería se produzcan daños por las siguientes causas:

a) expansión y contracción térmica de elementos estructurales, como armaduras de cubierta, pisos y vigas;

b) expansión y contracción térmicas de elementos no estructurales, como soportes decorativos;

c) retracción, desplazamiento y otras deformaciones paulatinas del hormigón;

d) movimientos de la cimentación;

e) deformación de la estructura debido a cargas de construcción;

f) otros tipos de movimientos.

(Continúa)

5.3.4.1 La mampostería debe estar protegida por medio de juntas de deslizamiento con relación a los elementos indicados. Tal precaución no debe afectar la estabilidad lateral de muros y pilastras. Cuando hay asentamientos diferenciales debido a expansión o contracción del suelo, es indispensable tomar las precauciones necesarias para estos movimientos.

5.4 Cortes y ranuras

5.4.1 El uso de unidades cortadas y la abertura de huecos y ranuras en la mampostería deben reducirse al mínimo por medio de una planificación adecuada, aplicación de medidas modulares y uso de unidades especiales para la construcción de huecos, ductos y recesos.

5.4.1.1 Cuando no se puede evitar la construcción de pilastras muy delgadas o muros de longitud muy corta, como en los marcos de puertas y ventanas, éstos no deben ser afectados con la abertura de huecos, destajes o ranuras para el empotramiento o sujeción de tuberías. Cuando hay una posibilidad de concentración de cargas en estos lugares, deben usarse los ladrillos de máxima resistencia mecánica para su ejecución.

5.4.2 A menos que se cumplan los requisitos de 5.4.3, no deben abrirse ranuras ni destajes de más de un metro de longitud horizontal, y ninguna ranura vertical debe estar situada a menos de 0,5 m de los soportes laterales del muro.

5.4.3 Las ranuras, huecos y recesos no deben realizarse en la mampostería cuando, de acuerdo a la carga y al índice de esbeltez considerado para el muro, vayan a causar la reducción de una sección resistente. Tampoco deben afectar la resistencia de éste al fuego, bajo el mínimo admisible. En muros soportantes, las ranuras y recesos no deben penetrar en el muro más de 1/3 de su espesor.

5.5 Selección de mortero

En general, la resistencia del mortero no debe ser mayor que la de las unidades de mampostería, ni mayor que la estrictamente necesaria para su aplicación. En mampostería corriente y en todos los casos de muros soportantes, el mortero debe seleccionarse y ensayarse para determinar su flujo y retención de agua. Los morteros deben cumplir con los requisitos exigidos por las normas correspondientes de referencia.

5.6 Ejecución

5.6.1 Una ejecución deficiente puede perjudicar seriamente la resistencia de la mampostería e introducir cierta debilidad que permita la absorción de humedad y otros defectos. Con el objeto de reducir a un mínimo estos defectos, la mampostería debe ejecutarse cumpliendo los requisitos de la primera sección de este Código.

5.6.2 *Aparejo.* Las juntas cruzadas, en cualquier hilada de mampostería de un ladrillo de espesor, no deben estar separadas de las de la hilada inmediatamente inferior o superior en menos de 1/4 de la longitud de la unidad de mampostería mencionada. En muros de más de un ladrillo de espesor, el aparejo debe hacerse colocando unidades a tizón, de acuerdo a las disposiciones de la primera sección de este Código.

5.6.3 *Alineamiento y perpiaños.* Toda la mampostería debe construirse nivelada y aplomada, dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 1. Debe tenerse cuidado de mantener los perpiaños adecuadamente alineados.

(Continúa)

TABLA 1. Tolerancias máximas admisibles en mampostería (numeral 5.6.3)

No.	DIMENSIÓN	T0LERANCIA*
1	Desviación de la posición indicada en los planos de cualquier mampostería de más de un piso de altura.	15 mm
2	Desviación de la vertical dentro de un piso.	6 mm por cada 3 m de altura
3	Desviación de la vertical en la altura total del edificio.	15 mm
4	Desplazamiento relativo entre dos muros situados en pisos contiguos y que deberán estar en alineamiento vertical	6 mm
5	Desviación de línea en plano: a) en cualquier longitud hasta 12 m b) en cualquier longitud sobre 12 m	6 mm 12 mm
6	Desviación de junta de lecho de la horizontal: a) en cualquier longitud hasta 12 m b) en cualquier longitud sobre 12 m	6 mm 12 mm
7	Espesor de juntas de lecho, juntas cruzadas o perpiaños	± 3 mm sobre el espesor especificado

* Estas tolerancias se han especificado desde el punto de vista de resistencia de la mampostería. Los esfuerzos admisibles recomendados en este Código solamente se puede considerar aplicables si se cumplen las tolerancias indicadas en la tabla.

5.7 Ménsulas

5.7.1 Cuando se requiere una ménsula de una sola hilada para el soporte de algún otro elemento estructural, la proyección horizontal de la ménsula no debe exceder la menor de las siguientes dimensiones:

a) la mitad del tramo empotrado de la ménsula.

b) la mitad del espesor de la ménsula.

c) un tercio del espesor del muro de soporte o 100 mm, cualquiera que sea mayor.

5.7.2 La carga por unidad de longitud en una ménsula de una sola hilada no debe ser mayor que la mitad de la carga por unidad de longitud, de y sobre el muro situado sobre la ménsula. Estas cargas no deben obligar al muro a resistir un esfuerzo mayor que el admisible indicado en 7.

5.7.3 Los esfuerzos en la ménsula y la estabilidad del muro soportante deben controlarse cuidadosamente para asegurar el cumplimiento de este Código.

6. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

6.1 Procedimiento de diseño

El edificio, como un todo, debe analizarse según los principios aceptados de la mecánica, para obtener seguridad y funcionamiento apropiado en servicio de sus componentes en relación al total. Todas las partes componentes de la estructura deben ser capaces de resistir las combinaciones más adversas de cargas, dentro de las que razonablemente se espera que deberá soportar el edificio, durante o después de su erección.

(Continúa)

6.2 Cargas

6.2.1 *Carga muerta.* Las cargas muertas deben calcularse de acuerdo a las densidades o masas unitarias de los diversos materiales de construcción, establecidas por las normas correspondientes de referencia.

6.2.1.1 En el caso de la mampostería de ladrillo, la carga muerta debe calcularse con las siguientes masas unitarias:

a) ladrillos cerámicas comunes 1 900 kg/m^3;

b) ladrillos reprensados industriales; 2 400 kg/m^3.

6.2.2 *Carga vivas y cargas laterales.* Las cargas de diseño deben estar de acuerdo con las recomendaciones del Código Ecuatoriano de la Construcción. Parte I. Requisitos generales de diseño. A estas cargas deben añadirse las que se estime razonablemente que van a imponerse sobre la estructura durante o después de su erección.

6.2.3 *Cargas de construcción.* Durante la construcción, deberán controlarse efectos del viento, rellenos contra muros u otras condiciones de erección, para que no se presenten condiciones adversas o inseguras en la mampostería.

6.3 Espesor

6.3.1 El espesor de un muro soportante de mampostería debe ser suficiente en todos sus puntos, para asegurar que los esfuerzos debidos a las peores condiciones de carga, para los que se diseña la estructura, estén dentro de los límites prescritos para este tipo particular de muro.

6.3.2 El espesor usado para cálculos y diseños debe ser el espesor real de la mampostería, no el nominal. El espesor real debe ser calculado como la suma de las dimensiones promedio de las unidades de mampostería más el espesor de las juntas. En la mampostería con juntas rehundidas, el espesor debe reducirse de acuerdo a este rehundido.

6.3.3 Además de las consideraciones de resistencia mecánica, conviene tomar en cuenta los requisitos relacionados con otras propiedades del muro, como resistencia al fuego, aislamiento térmico, aislamiento acústico o resistencia a la penetración de humedad, para determinar el espesor final del mismo.

6.4 Soporte lateral

6.4.1 El soporte lateral para los muros debe proveerse por medio de otros muros transversales y contrafuertes, o también por medio de vigas, pisos, cubiertas, etc. Debe proveerse aparejo o anclaje entre los muros y cualquier soporte lateral para resistir las fuerzas horizontales que pueden actuar en sus lados, y cualesquier elementos estructurales destinados al soporte lateral deben tener suficiente resistencia y estabilidad para transmitir los esfuerzos horizontales, en cualquier dirección, a otros elementos adyacentes o al suelo.

6.4.1.1 Los muros internos que proveen soporte lateral a otros muros deben estar totalmente aparejados con los muros que soportan. El aparejo debe obtenerse por una traba sólida de la mampostería en las uniones de muros, o por medio de grapas metálicas.

6.4.2 Se puede considerar que un muro o columna tiene soporte lateral adecuado, cuando la construcción que provee este soporte es capaz de resistir la suma de las siguientes fuerzas laterales:

(Continúa)

a) la reacción estática simple a las fuerzas horizontales totales aplicadas en el punto de soporte lateral;

b) el 25 % de la carga vertical total que el muro o columna deben soportar de acuerdo a su diseño en el punto de soporte lateral.

6.4.2.1 Se puede aceptar que los muros cuyo índice de esbeltez se basa en la altura efectiva tienen soporte lateral adecuado, cuando soportan losas de piso y de cubierta de hormigón (sin considerar la dirección de la luz) en mampostería de ancho no menor de 10 cm. En tales casos, los cálculos indicados en a) y b) no son necesarios.

6.4.2.2 A pesar de los requisitos a) y b) de 6.4.2, cuando el índice de esbeltez está basado en la altura efectiva, deben observarse los siguientes requisitos mínimos (ver Figs. 5 y 6):

a) cuando las losas de hormigón no se apoyan en un muro, como se especifica en 6.4.2 a), deben proveerse anclajes resistentes a la corrosión a intervalos no menores de 2 m y sujetos en la losa de hormigón a una distancia mínima de 40 cm;

b) los pisos y cubiertas de madera deben sujetarse con anclajes metálicos resistentes a la corrosión, que tengan una sección transversal de 30 mm de ancho por 6 mm de espesor, bien asegurados a la unión y provistos de extremos con ranuras y salientes u otros medios apropiados para construcción dentro del muro. Los anclajes deben colocarse a intervalos no mayores dc 2 m en edificios de más de dos pisos y de 1,25 m para todos los pisos en otros edificios.

6.4.3 Un piso o una cubierta que no sean de hormigón armado y que tengan que proveer soporte lateral, deben adecuarse como una viga horizontal para resistir las fuerzas laterales y estar adecuadamente soportados por sí mismos.

6.4.4 Cuando el índice de esbeltez de un muro está basado en la longitud efectiva, el diseñador debe comprobar que cualquier muro o pilastra transversal se extienda a suficiente altura y sea de suficiente espesor para transmitir las supuestas fuerzas laterales al suelo, sin deflexión excesiva para que se pueda mantener la condición de soporte lateral efectivo rara el muro.

6.4.5 A pesar de lo dispuesto en 6.4.2, un contrafuerte no armado debe tener una proyección en ángulo recto con el muro soportado, igual a 1/6 de la altura efectiva entre los puntos de soporte lateral, o, en el caso de un muro aislado, 1/6 de la altura real, y debe tener un espesor no menor de la mitad del que tiene el muro soportado o 100 m, cualquiera que sea mayor.

6.4.6 *Muros o grupos de columnas paralelos*

6.4.6.1 Cuando el componente estructural de un sistema está dando soporte lateral a un número de muros paralelos o a un grupo de columnas, la carga lateral que debe resistirse puede ser tomada como el siguiente porcentaje de la carga vertical total en el muro o columna más pesadamente cargado en el grupo:

dos muros o columnas	4 %
tres muros o columnas	5 %
cuatro muros o columnas	6 %
cinco o mas muros o columnas	7 %

Cada muro o columna individual debe estar conectado a los componentes o al sistema que provea el soporte lateral al grupo, de tal modo que siempre se cumplan los requisitos de 6.4,2.

6.4.6.2 A pesar de la reducción especificada en 6.4.6.1, cada muro o columna individual debe estar conectado a los componentes o al sistema que provea el soporte lateral al grupo, de tal modo que siempre se cumplan los requisitos de 6.4.2.

(Continúa)

6.4.7 *Aparejo en intersecciones.* En las intersecciones de muros soportantes con otros muros o con contrafuertes, se estima que hay aparejo adecuado cuando las hiladas están trabadas por lo menos en un 50% de las unidades de dichas intersecciones. Si las hiladas están construidas separadamente, como en el caso de refuerzo de un muro existente, el aparejo se considerará adecuado si la unión perpendicular está formada de anclajes metálicos resistentes a la corrosión, apropiados para transmitir el esfuerzo y que tengan un espesor mínimo dc 6 mm.

6.5 Indice de esbeltez

6.5.1 *Muros.* Para un muro, el índice de esbeltez será la altura efectiva dividida por el espesor efectivo o la longitud efectiva dividida por el espesor efectivo, cualquiera que sea menor.

6.5.2 *Columnas.* Para una columna, el índice de esbeltez será la altura efectiva dividida por la correspondiente dimensión lateral (ancho o espesor).

6.5.3 *Indice de esbeltez máximo*

6.5.3.1 *Muros soportantes.* Para muros no armados construidos con mortero de cemento o de cemento y cal, el índice de esbeltez no debe ser mayor de 18, excepto para construcciones de dos pisos, máximo, en los cuales no debe ser mayor de 24. Cuando se use mortero de cal, el índice de esbeltez no debe ser mayor de 12 y 18, en los casos respectivos indicados.

6.5.3.2 *Muros no soportantes*

a) Para muros divisorios, muros de fachada y parapetos, el índice de esbeltez no debe pasar de 30;

b) para muros aislados, el índice de esbeltez no debe pasar de 24.

6.5.3.3 *Columnas.* El índice de esbeltez para una columna no debe exceder de 12.

6.6 Altura efectiva

6.6.1 La altura efectiva de un muro o columna debe tomarse como se indica en la Tabla 2 (ver Figs. 8 y 9).

6.6.2 Cuando una columna está provista de soporte lateral paralelo a la línea de una de las dimensiones superficiales horizontales en la parte superior, su altura efectiva con relación a la dirección del soporte superior debería tomarse como la altura entre soportes, y su altura efectiva en ángulo recto a ésta debería tomarse como dos veces la altura sobre el soporte inferior. En ausencia de soporte superior, su altura efectiva con relación a ambas direcciones deberá tomarse como dos veces la altura sobre el soporte inferior. En la Fig. 9 se indican algunos ejemplos.

6.6.3 *Aberturas en muros.* Cuando en un muro se presentan aberturas, de tal modo que la mampostería entre dos aberturas consecutivas sea, por definición, una columna, y donde la altura de ninguna abertura exceda la mitad de la altura del piso del muro, la altura efectiva de esta columna debe tomarse como una y media veces la altura de la abertura más alta. Cuando la altura de cualquier abertura excede la mitad de la altura de piso del muro, la altura efectiva de la columna debe tomarse como una y media veces la altura de las aberturas más altas o la altura real dcl muro, cualquiera que sea menor.

6.7 Longitud efectiva

La longitud efectiva de un muro debe tomarse como se indica en la Tabla 3.

(Continúa)

6.8 Espesor efectivo

El espesor efectivo, usado para calcular el índice de esbeltez de un muro o columna debe obtenerse como en 6.8.1 a 6.8.4. Cuando un muro o columna tienen más de un espesor efectivo posible, debe usarse el espesor que sea adecuado para el más crítico modo de pandeo que se pueda suponer actuando en el muro o columna.

6.8.1 Para muros macizos, muros revestidos o columnas, el espesor efectivo debe ser el espesor real.

6.8.2 Para muros macizos adecuadamente aparejados con pilastras o contrafuertes a intervalos, y siempre que el índice de esbeltez se base sobre la altura efectiva, el espesor efectivo debe ser el espesor real del muro macizo multiplicado por el correspondiente coeficiente de rigidez dado en la Tabla 4. Sin embargo, no se necesita ninguna modificación cuando el índice de esbeltez se basa en la longitud efectiva del muro.

(Continúa)

TABLA 2. Altura efectiva

No.	CONDICIONES DE SOPORTE	MURO		COLUMNA	
		Altura efectiva	Figura No.	Altura efectiva	Figura No.
1	Soporte lateral adecuado y sujeción parcial rotativa en las partes superior e inferior, donde el piso (o techo) tiene una dirección de luz en ángulos rectos al muro, de tal modo que la reacción a la carga del piso o techo se presente en los muros, o donde los pisos de hormigón tienen apoyo sobre muros, sin tomar en cuenta la dirección de la luz.	0,75 H	8 A y 8 B	0,85 H	9
2	Soporte lateral adecuado y sujeción parcial rotativa, sea en la parte superior o en la inferior, y sujeción lateral en el otro extremo. Construcción totalmente anclada que es por sí misma suficientemente soportada e incorpora: a) pisos de madera inmediatamente bajo o sobre losas de hormigón armado; b) armaduras de cubierta sobre una losa de hormigón o similar.	0,85 H	8 B	1,00 H	9
3	Soporte lateral adecuado en la parte superior e inferior donde los pisos (o techos) tienen una dirección de luz paralela con el muro, arriba y abajo, y no se apoyan en él; o construcción totalmente anclada, la cual es por sí misma adecuadamente soportada e incorpora armaduras de cubierta y pisos altos de madera.	1,00 H	8 C	1,00 H	9
4	Soporte lateral adecuado y sujeción parcial rotativa en la parte inferior sin soporte lateral o sujeción rotativa en la parte superior donde el muro no tiene soporte lateral (construcción parcialmente anclada).	1,50 H	8 D	2,00 H	9
5	Elementos verticales aislados no soportantes.	2,00 H	8 E	2,00 H	9

NOTA 1. H es la altura del muro o columna entre centros de soporte, o del centro de soporte al punto cercano a las zapatas, donde el espesor del muro o columna es mínimo.

NOTA 2. Cuando las hiladas a prueba de humedad o la protección contra los insectos requieren una discontinuidad en el aparejo, H debe medirse desde esta discontinuidad; pero la condición de sujeción del extremo en la discontinuidad debe tratarse solamente como un soporte lateral.

NOTA 3. Un elemento estable de hormigón, como una zapata o losa (sin tomar en cuenta la dirección de la luz) que tengan soporte o sirvan de apoyo a un muro o columna, produce una sujeción parcial. Pero, en el caso de techos, la sujeción parcial rotativa debe suponerse existente sólo cuando la dirección de la luz está en ángulo recto a la dirección de muros o columnas.

NOTA 4. Cuando se determina una altura efectiva, los pisos no anclados adecuadamente a los muros no deben considerarse como soportes laterales de dichos muros.

NOTA 5. En el caso de una columna, las alturas efectivas para ambos lados deben considerarse tomando en cuenta las condiciones de soporte en los extremos.

NOTA 6. Cuando una pilastra soportante está aparejada a un muro cuyo espesor es al menos 2/3 de la dimensión horizontal de dicha pilastra, medida en ángulo recto al largo del muro, de tal manera que incluya el espesor del mismo, dicha pilastra y la parte del muro al cual está aparejada pueden tratarse también como un muro.

(Continúa)

TABLA 3. Longitud efectiva de muros (numeral 6.7)

No.	CONDICION DE SOPORTE	Longitud efectiva
1	Cuando un muro es continuo y está soportado por muros transversales o contrafuertes y no hay aberturas dentro de 1/8 de la altura del mismo, **h** o **H** (la que sea menor) de la cara del muro soportante, pilastra o contrafuerte (ver Fig. 10).	0,8 L
2	Cuando un muro está soportado por un contrafuerte o muro transversal a un extremo continuo con contrafuerte o soportes de muro transversal en el otro extremo (ver Fig. 10).	1,0 L
3	Cuando un muro está soportado a cada extremo por un contrafuerte o muro transversal (ver Fig. 10).	1,0 L
4	Cuando el muro es libre a un extremo y soportado en el otro por un contrafuerte o muro transversal (ver Fig. 10).	1,5 L

Siendo:

L = la longitud de muro desde o entre centro de muros transversales, pilastras o contrafuertes.

H = la altura real del muro entre centros de soporte laterales adecuados.

h = la altura efectiva del muro.

TABLA 4. Coeficientes de rigidez para muros reforzados por pilastras, contrafuertes o muros transversales intersecantes (numeral 6.8.2)

INDICE $\frac{Sp}{wp}$	COEFICIENTE DE RIGIDEZ $\frac{tp}{tw} = 1$	$\frac{tp}{tw} = 2$	$\frac{tp}{tw} = 3$ o más
6	1,0	1,4	2,0
8	1,0	1,3	1,7
10	1,0	1,2	1,4
15	1,0	1,1	1,2
20 o más	1,0	1,0	1,0

Siendo:

Sp = espaciamiento de centro a centro de pilastras o muros transversales intersecantes;

tp = espesor de pilastra, como se define en 3.2.2 (Fig. 1);

tw = espesor real del muro contiguo (Fig. 1);

wp = ancho de la pilastra en la dirección del muro o espesor real del muro transversal intersecante.

NOTA: La interpolación lineal entre los valores dados en esta tabla es admisible; pero no la extrapolación fuera de los límites indicados.

(Continúa)

6.8.2.1 Para muros macizos o muros de fachada reforzados por muros transversales, el coeficiente de rigidez puede determinarse según la Tabla 4, sobre la hipótesis de que los muros transversales son equivalentes a pilastras de ancho igual al espesor del muro transversal y de espesor igual a tres veces del muro reforzado.

6.8.3 Para muros huecos con ambas ajas de espesor uniforme total, el espesor efectivo debe ser igual a dos tercios de la suma de los espesores reales de las dos alas.

6.8.4 Para muros huecos con una o dos alas adecuadamente aparejadas en pilastras, contrafuertes o muros transversales a intervalos, el espesor efectivo del muro hueco debe ser dos tercios de la suma de los espesores efectivos de las dos alas, debiendo calcularse el espesor efectivo de cada ala de acuerdo a 6.8.1 ó 6.8.2, según convenga.

6.9 Muro hueco

El muro hueco debe construirse de acuerdo con los requisitos de la primera sección del Código y las dos alas de la cavidad deben ser adecuadamente ancladas por medio de elementos metálicos u otro sistema equivalente.

6.9.1 *Soporte para el ala externa de un muro hueco.* Cuando el ala externa de un muro hueco es de medio ladrillo de espesor, la altura y longitud continuas de esta ala deben limitarse, de tal modo que se evite la separación indebida de los anclajes a causa de movimientos diferenciales en las dos alas. El ala exterior debe, por tanto, ser soportada al menos en cada tercer piso o a cada 10m de altura, cualquiera que sea menor, y a cada 10m o menos en la longitud horizontal.

6.10 Muro revestido

El revestimiento no se considera como parte del muro para calcular la resistencia requerida.

6.11 Muro cortina

El muro cortina debe diseñarse para resistir fuerzas laterales causadas por el viento o los sismos, además de su propio peso. Los detalles de unión a los soportes laterales deben elaborarse de tal modo que las deformaciones o rotaciones de los elementos estructurales que ofrecen soporte lateral no se transfieran al muro cortina. De manera similar, debe haber libertad para que el muro cortina se deforme en la dirección vertical.

7. ESFUERZOS ADMISIBLES Y DISEÑO DE MUROS

7.1 Generalidades

Los esfuerzos admisibles recomendados en esta sección del Código se aplican a muros de mampostería compuestos de unidades rectangulares dispuestas en hiladas horizontales, con juntas verticales interrumpidas (ver 2.1.4 y 5.6). Además de los requisitos indicados en 7.2 a 7.7, las recomendaciones dadas en 7.1.1, 7.1.2 y 7.1.3 deben aplicarse a muros huecos, muros de fachada y muros revestidos, respectivamente.

7.1.1 *Muro hueco.* Cuando la carga está soportada por ambas alas de una construcción hueca, el esfuerzo admisible debe basarse en el índice de esbeltez derivado del espesor efectivo del muro dado en 6.8.3 ó 6.8.4. La excentricidad de la carga debe considerarse con relación al centro de gravedad de la sección transversal del muro.

Cuando la carga está soportada por una sola ala, el esfuerzo admisible puede obtenerse por medio de uno de los siguientes métodos:

(Continúa)

a) el índice de esbeltez se basa en el espesor efectivo del muro hueco como un todo, como se indica en 6.8.3 ó 6.8.4, y sobre la excentricidad de la carga con relación al centro de gravedad de la sección transversal del muro total (ambas alas). Este es el mismo método que se utiliza cuando la carga está soportada por ambas alas, pero la excentricidad será mayor cuando la carga esté soportada por una sola ala;

b) el índice de esbeltez está basado sobre el espesor efectivo del ala cargada, de acuerdo a 6.8.1 ó 6.8.2, y la excentricidad de la carga debe tomarse en relación solamente al centro de gravedad del ala cargada. En este método, el espesor efectivo se reduce (aumentando así el índice de esbeltez), pero al mismo tiempo se reduce la excentricidad. En algunos casos, el método a) puede dar un factor de esfuerzo más alto y en esta forma se permite aumentar la rigidez de la otra ala. En este caso particular, solamente el espesor real del ala soportante debería aplicarse en el cálculo del área transversal que resiste la carga (ver 6.3.2).

7.1.2 *Muro de fachada.* La carga admisible por unidad de longitud debe tomarse como el producto del espesor total del muro por el esfuerzo admisible en el más débil de los dos materiales. El esfuerzo admisible debe encontrarse tomando en cuenta el espesor total del muro, cuando se calcula el índice de esbeltez.

7.1.3 *Muro revestido.* La capa de revestimiento debe descartarse para los cálculos de resistencia y estabilidad. Para determinar el esfuerzo admisible en la parte posterior, el índice de esbeltez debe basarse en el espesor de esta parte posterior únicamente.

7.1.4 *Paneles de muro.* Cuando un muro se subdivide en paneles mediante soportes horizontales o verticales (o ambos), las recomendaciones para el diseño estructural se aplicarán a los paneles individualmente.

7.2 Esfuerzo admisible de compresión

7.2.1 El esfuerzo admisible de compresión en mampostería depende de los siguientes factores:

a) excentricidad de la carga,

b) índice de esbeltez de la mampostería,

c) resistencia de las unidades de mampostería,

d) mezcla del mortero,

e) área de la sección transversal de la mampostería, y

f) forma de la unidad de mampostería.

7.2.2 *Esfuerzo básico.* Todos los esfuerzos admisibles deben estar en relación con un esfuerzo básico indicado en la Tabla 5, dependiendo de la resistencia a la rotura de la unidad de mampostería y de la mezcla de mortero usada.

7.2.3 Cuando la sección transversal de un muro o columna no excede de 3 000 cm^2, el esfuerzo básico debe multiplicarse por un factor de reducción igual a $\left(0{,}75+\frac{A}{12000}\right)$ donde A es el área (en cm^2) de la sección transversal horizontal del muro o columna.

(Continúa)

TABLA 5. Esfuerzo básico de compresión para elementos de mampostería (durante y después de los tiempos fijados)

Serie No.	DESCRIPCION DEL MORTERO	MAXIMO (PARTES POR VOLUMEN)					Resistencia a la compresión del mortero a 28 días MPa (ver notas 4 y 5).	Tiempo de endurecimiento después de terminación del trabajo, en días	Esfuerzo básico en MPa (ver nota 5) correspondiente a unidades cuya resistencia a la rotura en MPa es:						
		Cemento	CAL (ver nota 3)	CAL Puzolana	Puzolana (ver nota 3)	ARENA			3,5	7	10,5	14	17,5	21	28
1	Cemento	1	1/4			3	5 y más	7	0,35	0,7	1,05	1,25	1,45	1,65	2,10
2	Cemento	1	1/2			4 1/2	5 y más	14	0,35	0,7	1	1,15	1,3	1,45	1,75
3	Cemento - Cal	1	1			6	3 a 5	14	0,35	0,7	1	1,1	1,2	1,3	1,6
4	Cemento - Cal	1	2			9	2 a 3								
5	Cemento	1				6	3 a 5	14	0,35	0,55	0,85	1	1,1	1,2	1,45
6	Mezcla de cal - puzolana			1		1,5	3 a 5								
7	Cemento - Cal	1	3			12	0,7 a 1,5	14	0,25	0,5	0,7	0,8	0,9	1	1,2
8	Cal hidráulica		1			2	–	14	0,25	0,5	0,7	0,8	0,9	1	1,2
9	Cal puzolana		1		1	2	0,7 a 1,5								
10	Cal		1			3	0,5 a 0,7	28	0,25	0,4	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75

NOTA 1. La tabla es válida para un índice de esbeltez de 6 y la carga con excentricidad 0.

NOTA 2. La interpolación lineal es admisible para unidades cuyas resistencias a la rotura son intermedias entre las dadas en la tabla.

NOTA 3. La cal debe cumplir con los requisitos de las Normas INEN 246, 247 y 248. La puzolana debe cumplir con los requisitos de la Norma INEN 494.

NOTA 4. Los valores de resistencia del mortero son sólo informativos.

NOTA 5. 1 MPa = 10 kgf/cm^2

(Continúa)

7.2.4 *Elementos cargados axialrnente.* El esfuerzo en un elemento cargado axialmente no debe exceder el producto del esfuerzo básico adecuado por el factor de reducción dado en la Tabla 6, correspondiente al índice de esbeltez aplicable y la excentricidad cero.

7.2.5 *Elementos sujetos a carga* excéntrica y/o *fuerzas laterales*

7.2.5.1 En un muro o columna sujetos a compresión y flexión, las fuerzas verticales y flectoras deben combinarse tomando en cuenta la fuerza vertical como si fuera la carga excéntrica equivalente.

7.2.5.2 El esfuerzo máximo de compresión de un muro o columna sujeto a cargas verticales excéntricas, o cargas verticales y cargas laterales, no debe exceder el producto del esfuerzo lateral adecuado por el factor de reducción dado en la Tabla 6, sujeto a aumento como en 7.2.5.3, correspondiente al índice de esbeltez aplicable y a la excentricidad equivalente de cargas verticales que se consideran en el diseño.

7.2.5.3 Cuando existen esfuerzos adicionales debido a la excentricidad de la carga y fuerzas laterales, el esfuerzo máximo, resultante de la combinación de éstos con el esfuerzo básico y el factor de reducción por esbeltez y excentricidad dado en la Tabla 6 en no más del 25 %, siempre que tal exceso se deba solamente a la excentricidad de la carga y/o fuerzas laterales Ver notas 7 y 8).

NOTA 7. En ningún caso, el esfuerzo debido solamente a la carga axial puede exceder los valores dados en las Tablas 5 y 6.

Caso 1) *carga axial (solamente)*

Esfuerzo de compresión admisible = Esfuerzo básico apropiado (Tabla 5), multiplicado por el factor apropiado de esfuerzo para índice de esbeltez y excentricidad cero (tabla 6).

(Continúa)

7.2.6 *Elementos sujetos a cargas concentradas.* Los esfuerzos adicionales de naturaleza puramente local, como en apoyos de vigas, bases de columnas, dinteles u otras cargas concentradas, deben calcularse, y el esfuerzo máximo que resulta de una combinación de estos esfuerzos locales con esfuerzos que resultan del análisis general de elementos, como se indica en 7.2.4 ó 7.2.5, no debe exceder los esfuerzos admisibles especificados en 7.2.4 en más del 50%, siempre que tal exceso se deba solamente a esfuerzos locales. Cuando la carga se transmite a través de la mampostería, el ángulo de dispersión de la carga debe tomarse como no mayor de 45° de la dirección de tal carga.

7.2.7 Cuando se presentan cargas indeterminadas, pero sumamente altas, como en el extremo exterior de un muro que soporta un voladizo, debe proveerse un bloque de distribución de la carga.

Caso 2) *Carga excéntrica.*

Esfuerzo de compresión admisible (Compresión axial + *Compresión de flexión)* = Esfuerzo básico apropiado, multiplicado por el factor apropiado de esfuerzo para el índice de esbeltez y la excentricidad multiplicada por 1,25.

El componente de esfuerzo axial de compresión no debe exceder el valor del esfuerzo básico adecuado, multiplicado por el factor de reducción apropiado por el índice de esbeltez y la excentricidad (diferente de cero).

NOTA 8. Excepto para excentricidades equivalentes más pequeñas que 1/24 del espesor del muro, el caso de diseño de la carga excéntrica con un aumento de 25% en esfuerzo, siempre puede controlarse mejor que la carga concéntrica sin aumento de esfuerzo. Para excentricidades equivalentes cercanas pero menores que 1/24 del espesor del muro, el aumento del 25% del esfuerzo puede o no permitirse, dependiendo de los valores de los factores de reducción para los dos casos de carga excéntrica y concéntrica.

(Continúa)

TABLA 6. Factores de reducción para índice de esbeltez y excentricidad de carga (numerales 7.2.4 y 7.2.5)

INDICE DE ESBELTEZ	FACTOR DE REDUCCION						
	Excentricidad equivalente de carga dividida por el espesor del elemento						
	0	0,04	0,1	0,2	0,3	0,33	0,50
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
6	1,000	1,000	1,000	0,996	0,984	0,980	0,970
8	0,920	0,920	0,920	0,910	0,880	0,870	0,850
10	0,840	0,835	0,830	0,810	0,770	0,760	0,730
12	0,760	0,750	0,740	0,706	0,664	0,650	0,600
14	0,670	0,660	0,640	0,604	0,556	0,540	0,480
16	0,580	0,565	0,545	0,500	0,440	0,420	0,350
18	0,500	0,480	0,450	0,396	0,324	0,300	0,230
21	0,470	0,448	0,420	0,354	0,276	0,250	0,170
24	0,440	0,415	0,380	0,310	0,220	0,190	0,110

NOTA 1. La interpolación lineal entre los valores para los factores de esfuerzo es admisible.

NOTA 2. Para mampostería sin refuerzo, los valores de la columna 8 solamente sirven para propósitos de interpolación.

7.2.8 El factor de reducción para el índice de esbeltez no necesita ser aplicado para secciones dentro de un octavo de la altura del elemento, sobre o bajo posiciones de soporte lateral. Para tales secciones, el índice de esbeltez puede tomarse como 6.

7.2.9 *Sobre-espesor para factor de forma.* Los valores de esfuerzos básicos son posibles cuando las unidades de mampostería son de la forma común del ladrillo, pero no deben ser necesariamente bajos para unidades de mampostería cuya relación de altura a espesor es mayor que la del ladrillo común. Para unidades con resistencia a la rotura no mayor de 5,5 MPa y con una relación de altura a espesor (ladrillo colocado) mayor que 0,75 pero menor de 3, el esfuerzo básico puede ser modificado por el factor indicado en la Tabla 7.

TABLA 7. Factor de modificación por forma de unidad de mampostería

Relación de altura a espesor de ladrillo o bloque	0,75	1,0	1,5	2,0 a 3,0
Factor	1,0	1,2	1,6	2,0

7.2.9.1 La interpolación lineal entre valores para los factores de reducción es admisible.

(Continúa)

7.2.10 Cuando se usa un tipo de unidad de mampostería o mezcla de mortero no con- templados en este Código, y siempre que estos materiales y los métodos de construcción cumplan con los requisitos de las normas INEN correspondientes, los esfuerzos básicos de compresión para la mampostería pueden determinarse por ensayos de resistencia, como los que se describen en el Apéndice Y.

7.2.10.1 Para materiales y construcciones de muros que cumplan con este Código, y cuando se hagan ensayos de paneles, un esfuerzo admisible relacionado a la resistencia de los paneles, como se obtiene de acuerdo al Apéndice Y, puede, a criterio del diseñador, considerarse como una alternativa al esfuerzo admisible obtenido en 7.2.2.

7.3 Resistencia a la tensión en mampostería

En general, no debe tomarse en cuenta la resistencia a la tensión de la mampostería para los cálculos. El diseñador debe determinar la parte de la sección que es inactiva y el resto soportará únicamente esfuerzos de compresión.

7.3.1 No debe aplicarse ninguna tensión sobre una hilada a prueba de humedad o cuando el agua esté presente junto al muro.

7.3.2 En algunos tipos de muros, los esfuerzos de tensión en flexión pueden tomarse en cuenta a criterio del diseñador. Para un mortero no más débil que el de 1:1:6 (cemento: cal: arena) o su equivalente, la tensión admisible en flexión no debe exceder 0,1 MPa.

7.4 Esfuerzo admisible de corte

En el caso de muros construidos en mortero no más débil que el de 1:1:6 (cemento: cal: arena) y que resisten fuerzas horizontales en el plano del muro, el esfuerzo admisible de corte, calculado en el área de la junta horizontal de lecho, no debe exceder 0,15 MPa.

7.5 Efecto de arco en la mampostería

Debe tomarse en cuenta el efecto de arco de muros bien trabados de mampostería soportados sobre vigas, de acuerdo con la práctica establecida. Cuando se toma en cuenta este efecto, los esfuerzos axiales aumentados en la mampostería asociada con tal efecto de arco no deben exceder los esfuerzos admisibles indicados en 7.2, 7.3 y 7.4.

7.6 Dinteles

Los dinteles y otros elementos que soportan construcciones de mampostería deben diseñarse para resistir sus cargas propias (tomando en cuenta el efecto de arco aplicable) y las cargas recibidas de cualquier otra parte de la estructura. La longitud de apoyo del dintel en cada extremo no debe ser menor de 10 cm o 1/10 de la luz, cualquiera que sea mayor, y el área de apoyo debe ser suficiente para asegurar que los esfuerzos de la mampostería (combinación de esfuerzo del muro, esfuerzos debidos al efecto de arco y esfuerzos de apoyo del dintel) no excedan los valores permitidos en 7.2, 7.3 y 7.4.

7.7 Determinación de excentricidad

Para la determinación de excentricidad de carga vertical en una conexión particular en un muro de mampostería, ésta debe hacerse considerando la extensión del apoyo, magnitud de las cargas, rigidez de los miembros interconectados y diseño geométrico de la unión. A falta de cálculos exactos, las excentricidades de carga deben tomarse como se indica a continuación:

(Continúa)

a) cuando un sistema de cubierta o piso de hormigón armado u hormigón preesforzado de luces normales se apoya en muros exteriores de mampostería, el punto de aplicación de la carga vertical debe estar en el centro de apoyo del muro. Cuando la luz es mayor de 30 veces el espesor del muro, el punto de aplicación de la carga debe considerarse desplazado del centro de apoyo hacia la luz del piso en la extensión de 1/6 del ancho de apoyo;

b) para pisos de madera o de materiales livianos. sin tomar en cuenta sus luces, el desplazamiento de aplicación de la carga debe ser el mismo que para pisos de hormigón;

c) los muros interiores que soportan pisos continuos pueden suponerse cargados axialmente, excepto cuando soportan sistemas de piso o techo sumamente flexibles. La hipótesis es válida también para muros interiores que soportan pisos independientes de ambos lados, siempre que la luz del piso de un lado no exceda a la del piso del otro lado en más del 15%. Cuando la diferencia es mayor, el desplazamiento del punto de aplicación de cada carga de piso debe tomarse como 1/6 del ancho soportante del muro;

d) para un muro con ménsulas para sostener un piso o techo, el punto de aplicación de la carga debe suponerse en el centro del apoyo de la ménsula. Si el piso o techo se apoya sobre un soporte o tirante metálico, la carga debe suponerse aplicada 25 mm fuera de la cara del muro.

FIGURA 1. Definición de pilastra

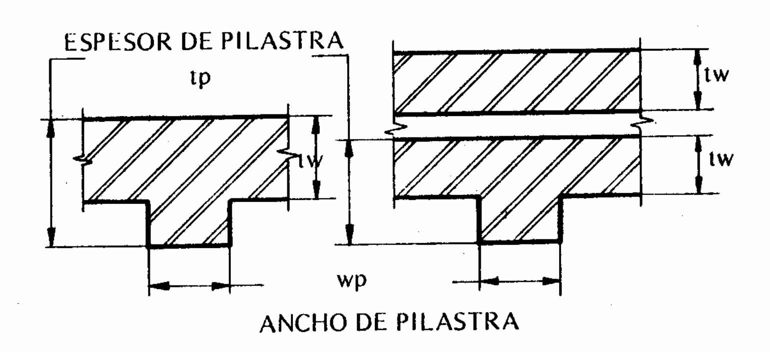
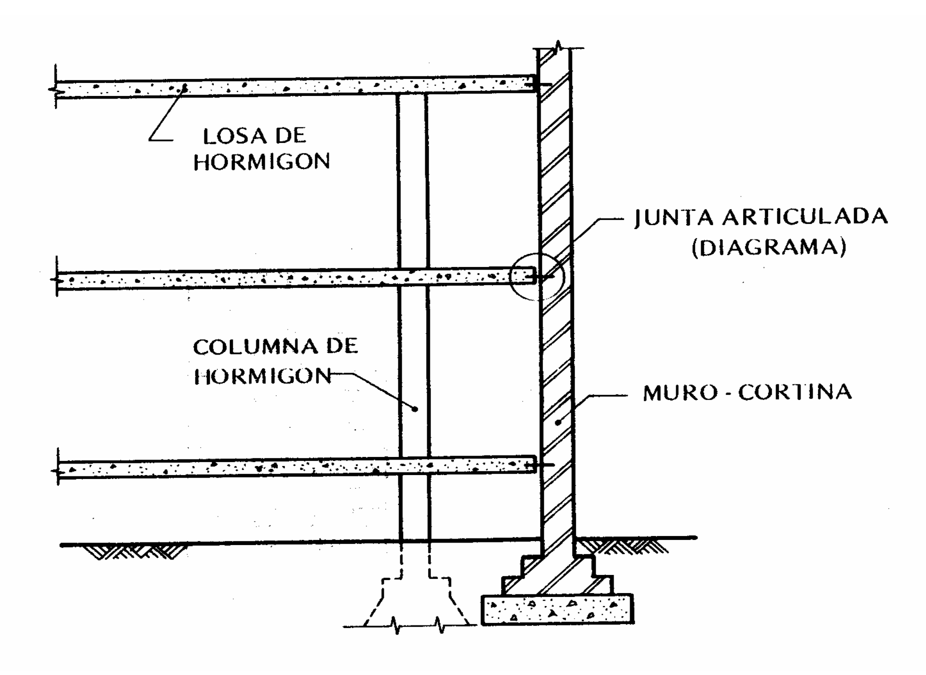
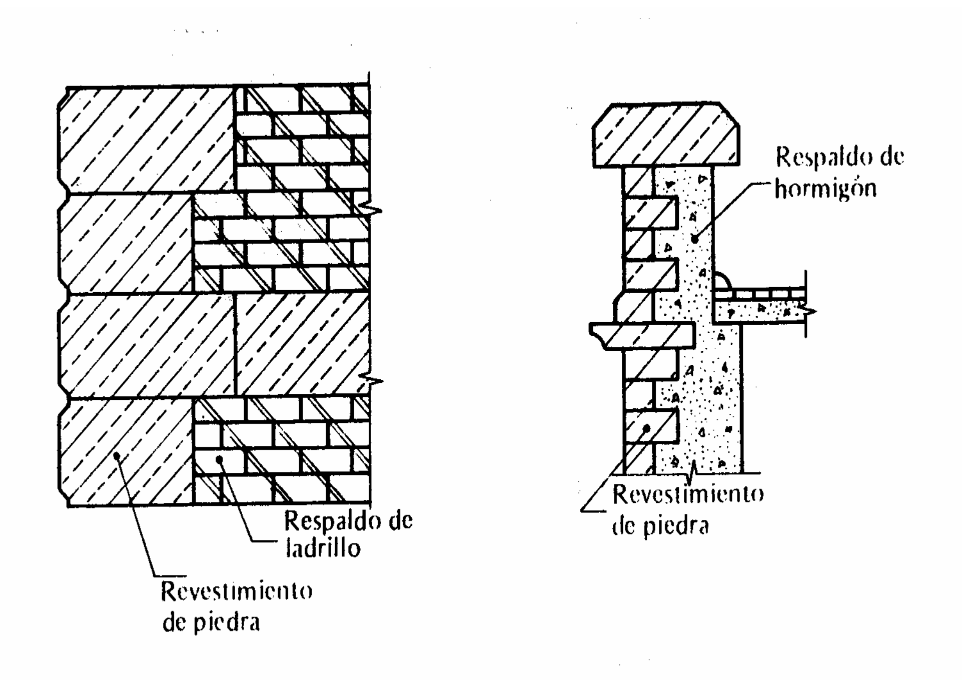


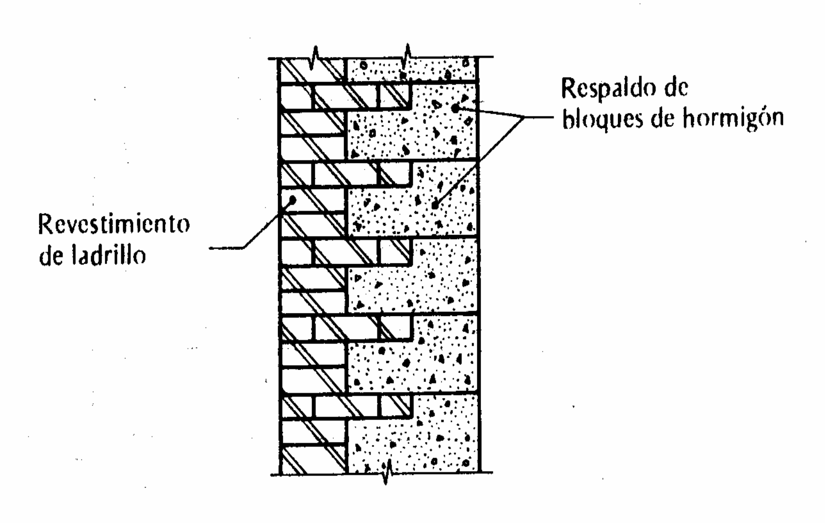
FIGURA 2. Muro – cortina de mampostería



Continúa)

FIGURA 3. Muro de fachada típico





(Continúa)

FIGURA 4. Junta horizontal de control en el ala externa de un muro hueco.

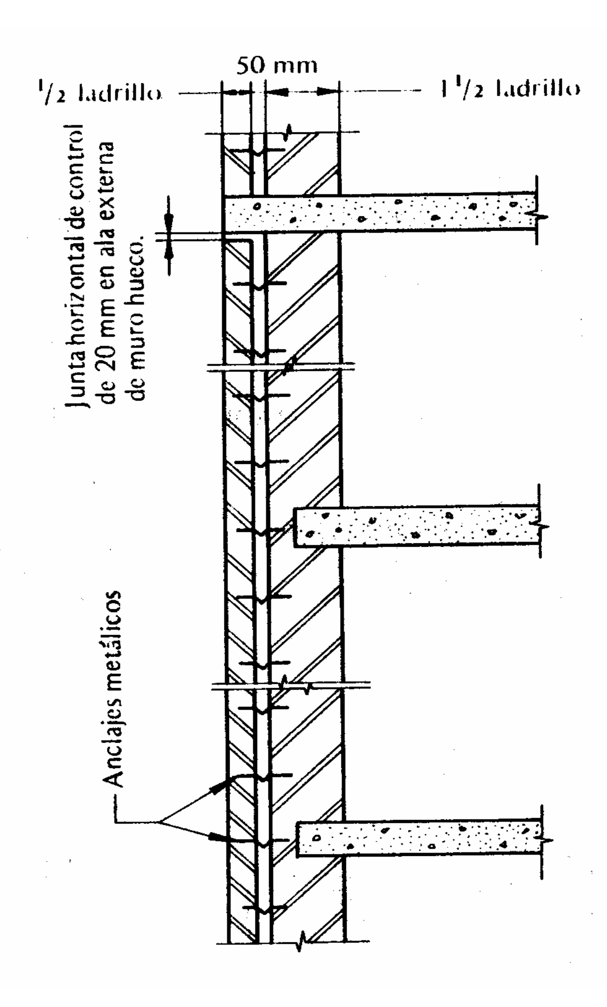
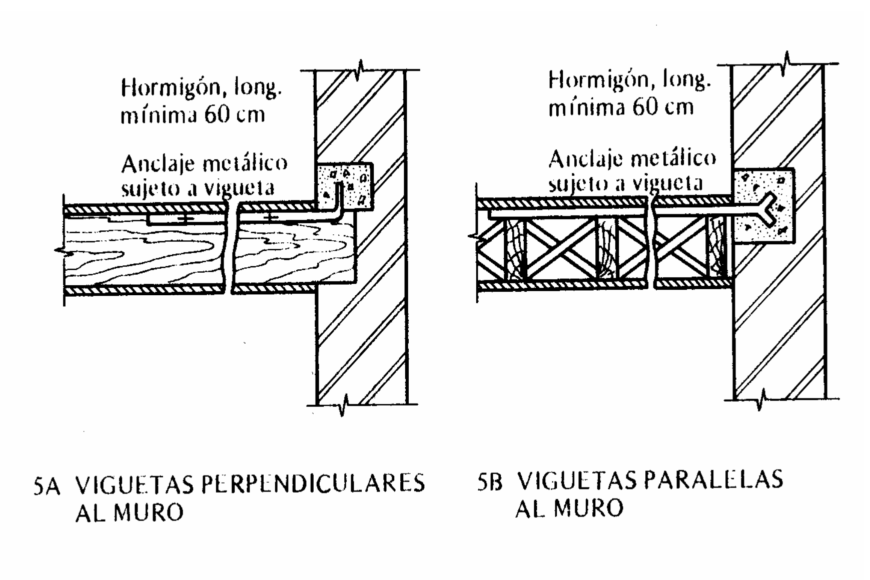


FIGURA 5. Detalles típicos para anclaje en muros macizos.



5A VIGUETAS PERPENDICULARES AL MURO

5B VIGUETAS PARALELAS AL MURO

(Continúa)

FIGURA 6. Detalles típicos para anclaje de muros huecos.

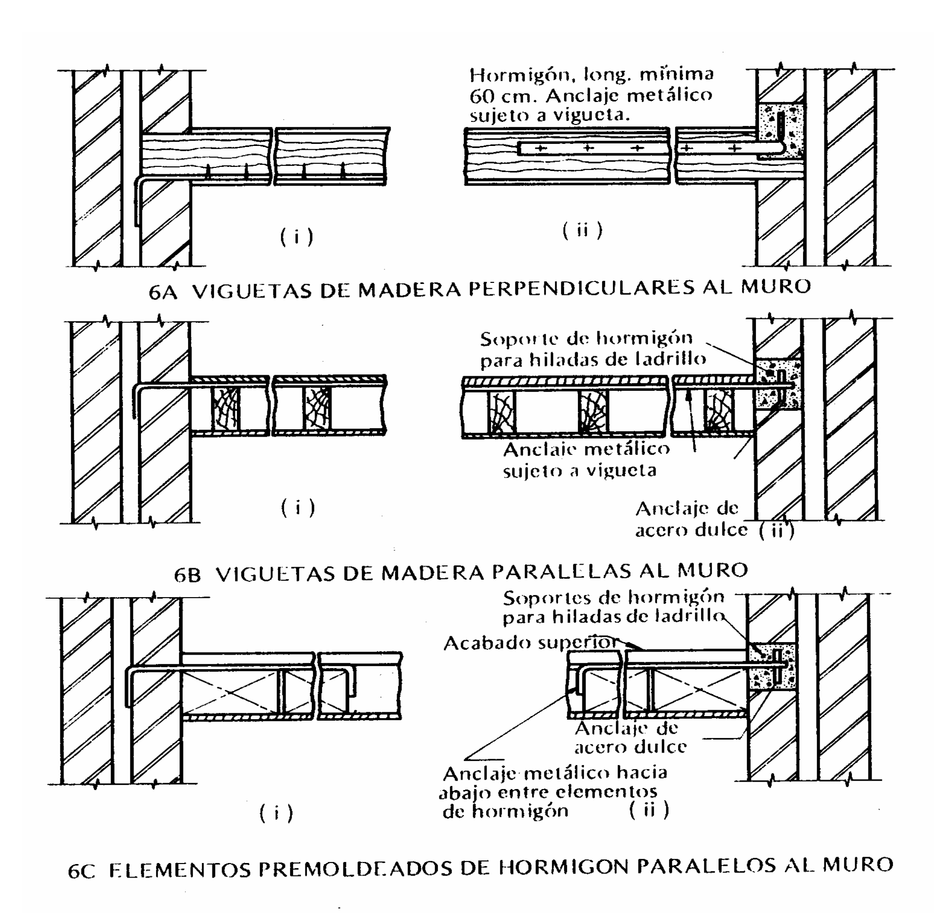
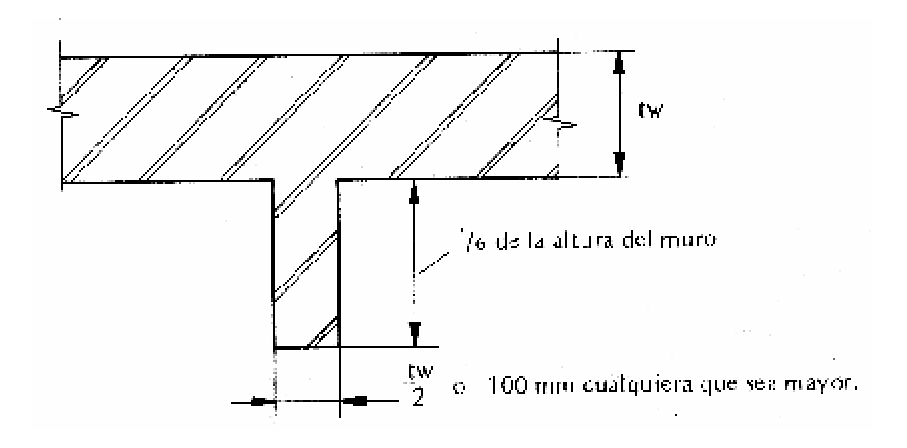


FIGURA 7. Dimensiones mínimas para muro de mampostería o contrafuerte que proporcione soporte lateral efectivo.



(Continúa)

FIGURA 8. Altura efectiva de muro

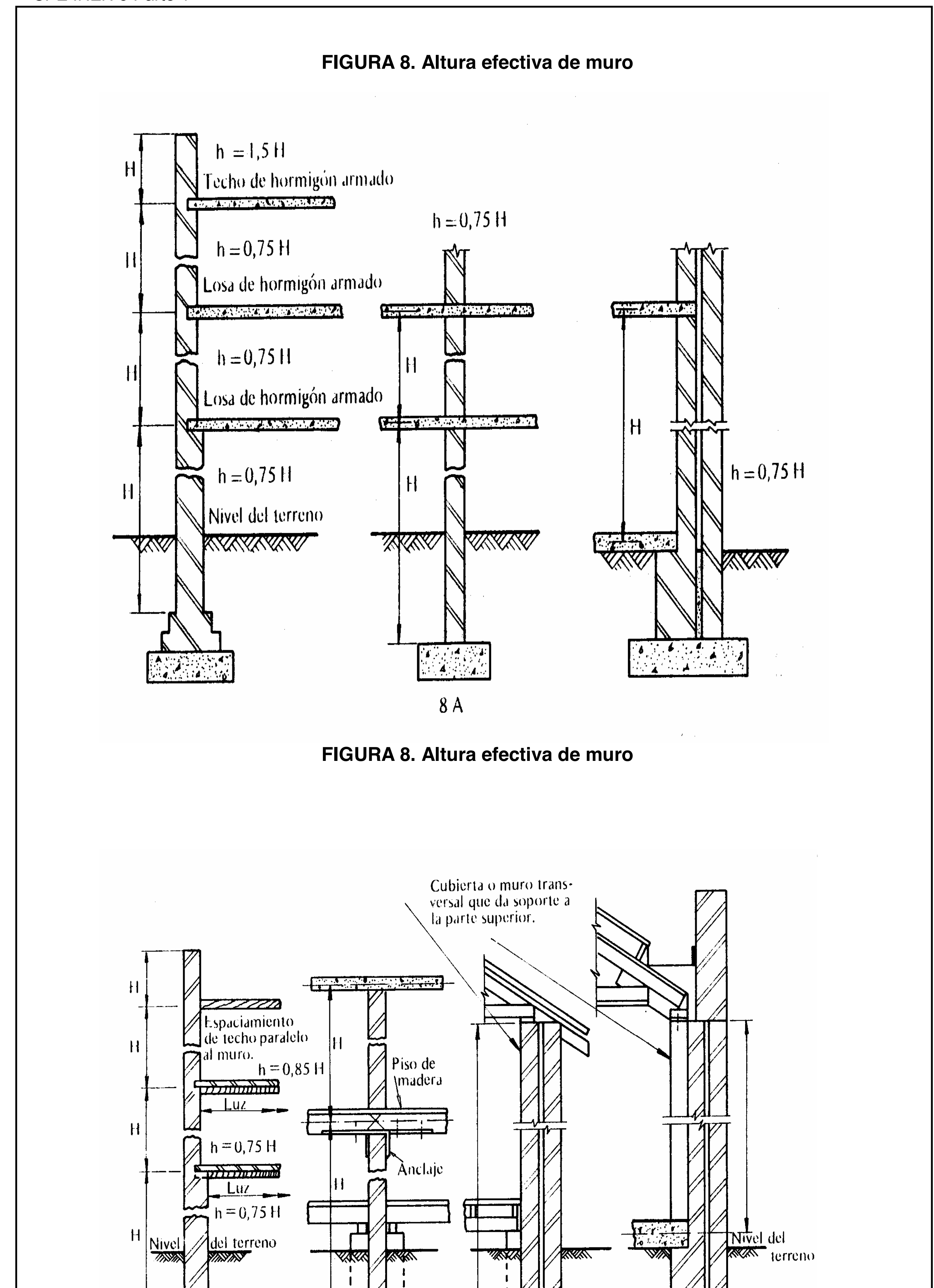


FIGURA 8. Altura efectiva de muro

(Continúa)

FIGURA 8. Altura efectiva del muro

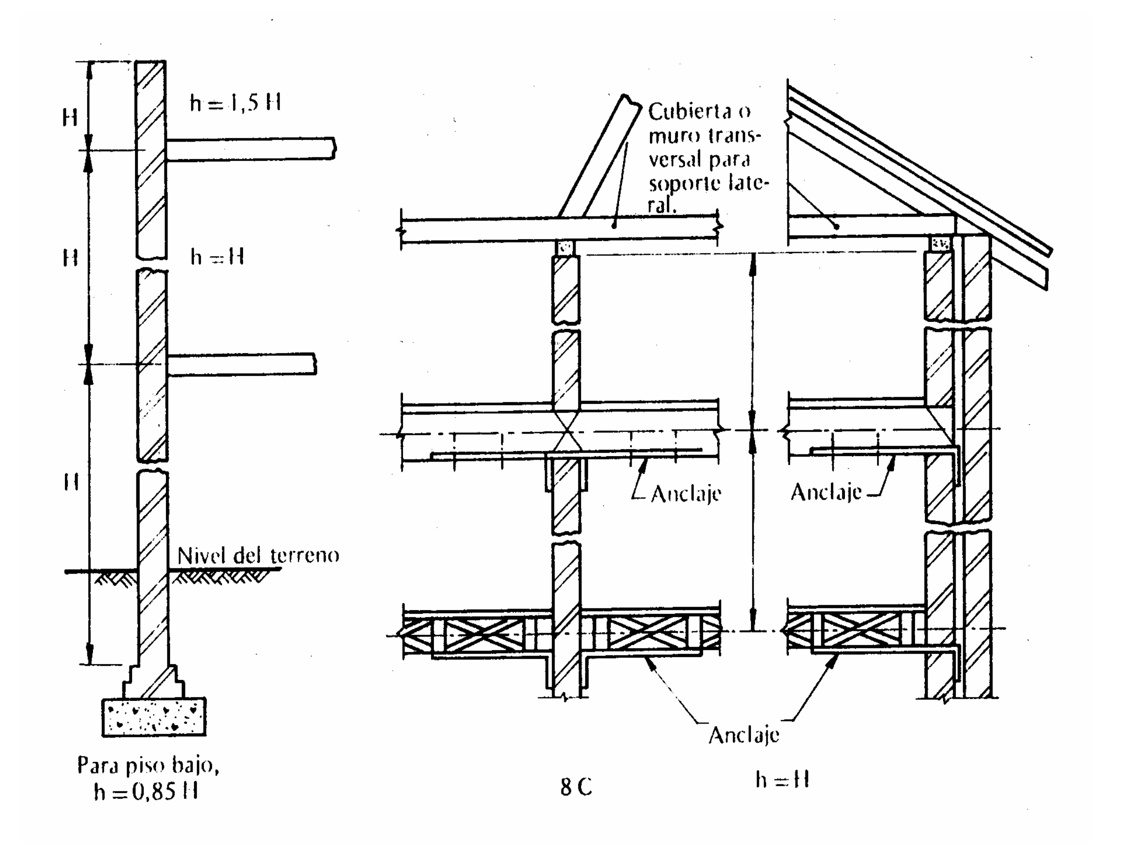
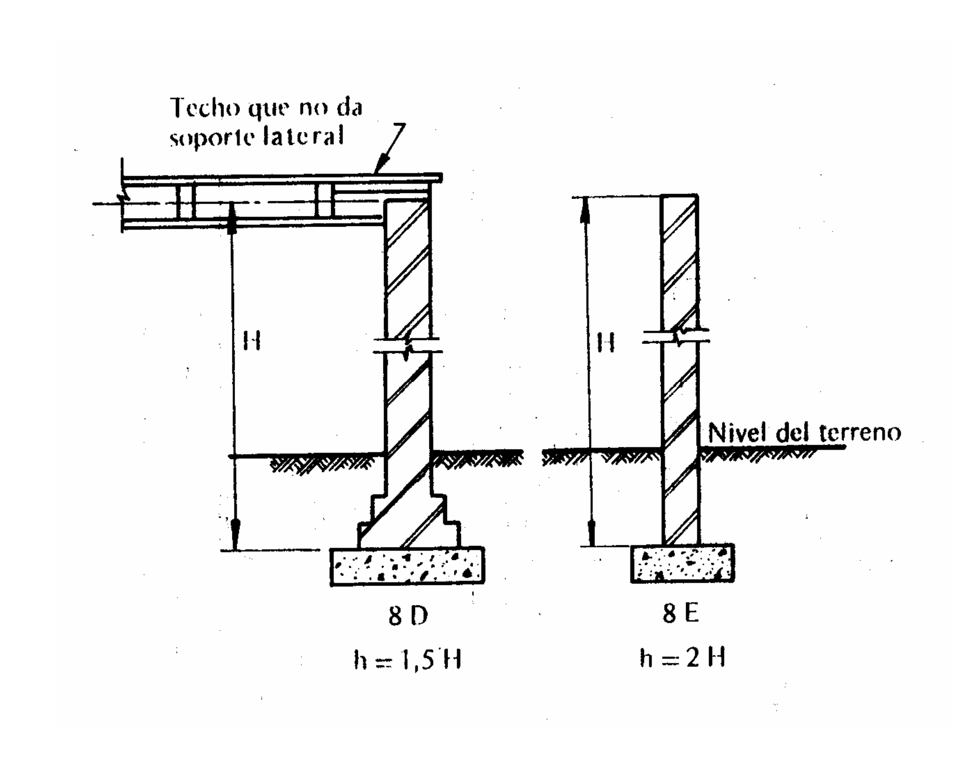
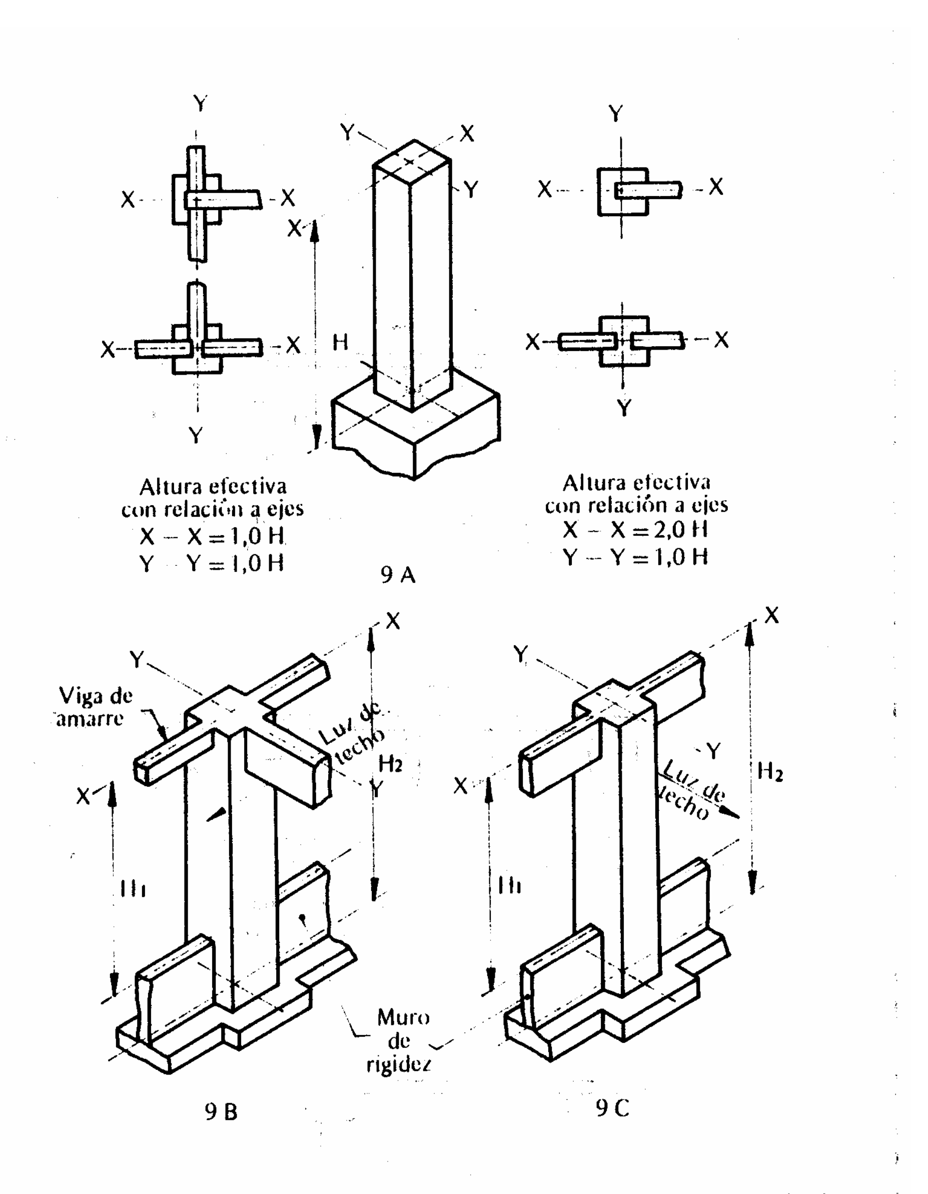


FIGURA 8. Altura efectiva de muro



(Continúa)

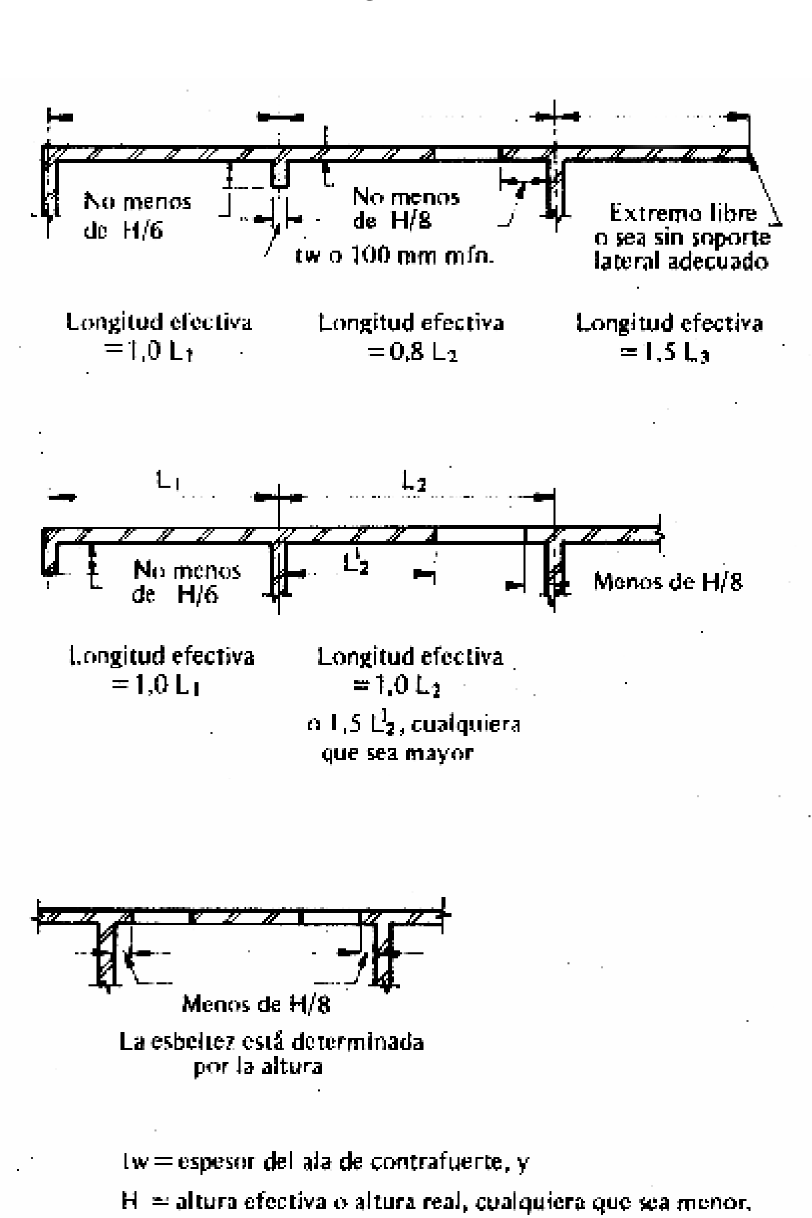
FIGURA 9. Ejemplos de altura efectiva en columna



Construcción de techo	Altura efectiva con relación a ejes FIGURA 9B	Altura efectiva con relación a ejes FIGURA 9C
Con elementos de hormigón, piso o cubierta de hormigón	X – X = 1,0 H_2 Y – Y = 1,0 H_1 Y – Y = 1,5 H_1 (sin amarres)	X – X = 1,5 H_2 Y – Y = 1,0 H_1
Con cubierta liviana	X – X = 1,0 H_2 Y – Y = 1,0 H_1 Y – Y = 2,0 H_1 (sin amarres)	X – X = 2,0 H_2 Y – Y = 1,0 H_1

(Continúa)

FIGURA 10. Longitud efectiva de muros.



(Continúa)

APÉNDICE Y

(Numeral 7.2.10)

ENSAYO DE RESISTENCIA PARA MUROS DE LADRILLO

Y.1 Resistencia a la compresión de unidad de mampostería

Y.1.1 La resistencia (en húmedo) a la compresión de la unidad de mampostería usada en la construcción de los paneles de ensayo debe obtenerse del método indicado en la NTE INEN 294.

Y.2 Resistencia del panel de ensayo

Y.2.1 Los paneles de ensayo para determinar la resistencia bajo carga axial de la construcción de un muro deben ser de 1,20 a 1,70 m en longitud y de 2,5 a 2,7 m en altura. Deben construirse dos paneles de cada construcción y los ensayos deben hacerse 28 días después de ésta. La carga debe aplicarse uniformemente sobre el área total de la parte superior e inferior del panel.

Y.3 Esfuerzo admisible

Y.3.1 El esfuerzo admisible en compresión axial para muros del mismo índice de esbeltez que los paneles de ensayo y construidos con la misma mezcla de mortero y con ladrillos o bloques de resistencia (en húmedo) a la compresión no menor que aquella de la muestra ensayada con los paneles, debe obtenerse dividiendo el valor más bajo de resistencia a la compresión de los paneles de ensayo por los factores de carga dados en la Tabla 8.

Y.3.1.1 Cuando el factor de reducción dado para el índice de esbeltez y/o el tipo de carga sobre un muro del mismo espesor de los paneles de ensayo difiere de aquel usado en el ensayo, el esfuerzo admisible debe tomarse como el producto del esfuerzo axial admisible como se determina a base del ensayo, y la relación dada a continuación, obteniéndose los factores de reducción del esfuerzo de 7.2:

$$\frac{\textit{Factor de reducción de esfuerzo para esbeltez del muro real}}{\textit{Factor de reducción de esfuerzo para esbeltez de paneles de ensayo}}$$

Y.3.2 Cuando un muro está sujeto
a carga excéntrica o concentración de cargas, el esfuerzo total puede exceder el esfuerzo admisible, de acuerdo con las indicaciones de 7.2.5.

TABLA 8. Factores de carga para paneles de ensayo (numeral Y.3.1)

RESISTENCIA A LA ROTURA DE LADRILLOS MPa	PARA UN ÍNDICE DE ESBELTEZ DE:	
	6 o menos	24
3 y más 2 a 3	5 7	10 12

NOTA 1. Se permite la interpolación lineal.

NOTA 2. Los factores de carga de la línea 1 pueden tomarse cuando los ensayos hechos en doce ladrillos o bloques muestran que ningún ladrillo o bloque tiene una resistencia menor al 75 % del valor promedio de la muestra.

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 246: 1985 *Cal hidráulica hidratada para construcción. Requisitos*.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 247: 1985 *Cal hidratada. Requisitos.*
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 248: 1985 *Cal viva para construcción. Requisitos.*
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 294: 1978 *Ladrillos cerámicos. Determinación de la resistencia a la comprensión*.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 494: 1981 *Puzolanas. Requisitos.*

- *Código Ecuatoriano de la Construcción. Parte 4. Mampostería de ladrillo. Primera sección. Requisitos Generales de Construcción.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma India IS: 1905-1969. *Code of practice for structural safety of buildings. Masonry walls.* Indian Standards Institution. Nueva Delhi, 1975.

Código Británico CP 121: Part 1: 1973. *Code of Practice for walling. Part I. Brick and block masonry.* British Standards Institution. Londres, 1973.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: CPE INEN 5 Parte 4	**TITULO: CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN (C.E.C). MAMPOSTERÍA DE LADRILLO**	**Código:** CO:01.07-601.4

ORIGINAL:	REVISIÓN:
Fecha de iniciación del estudio:	Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:

Fechas de consulta pública: de 1984-05-15 a 1984-06-30

Subcomité Técnico:
Fecha de iniciación: Fecha de aprobación:
Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES: **INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de

Oficializada como: Por Acuerdo Ministerial No. Registro Oficial No.

CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN

PARTE IV

MAMPOSTERÍA DE LADRILLO

INDICE

SECCIÓN I: REQUISITOS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN

SECCIÓN II: REQUISITOS DE DISEÑO O ESTRUCTURAL

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail:furresta@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail:normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de de Certificación: E-Mail:certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de de Verificación: E-Mail:verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail:inencati@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail:inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail:inencuenca@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail:inenriobamba@inen.gov.ec
URL:www.inen.gov.ec